

複素数幾何学の円線図への応用 (第3報)

(四端子回路電力型円線図の均等目盛り尺度)

藤 井 真 一*

(昭和37年4月23日受理)

1. 緒 言

電気回路円線図の機能は、その円線図を得た回路のインピーダンス、アドミタンス、電圧、電流、電力、能率等知ることを必要とする種々の変化量の付記尺度が完備するほど増すことはいうまでもない。なおその尺度は製作の上からも、使用の便利さからも、均等目盛りのものであることが望ましい。したがって、この均等目盛り尺度の製作は従来から色々研究されており、従来よく用いられたように円線図の式が一次関数式で与えられたとき、その変数の尺度⁽²⁾、半極線の理論を応用した尺度⁽⁶⁾、パワー表示用基線の理論によつた尺度⁽⁶⁾、電気機器回路円線図に示された能率尺度⁽⁴⁾がその例である。しかしこれ等の例でも解るように、それぞれ考え方の基本を異にした製作方法が取られ共通の製作原理と云うものが無かつたように思う。筆者は尺度の製作に共通の原理を得れば製作の単純統一化が出来るし、また多種の新しい尺度も製作出来ると考え、その研究を試み、いままでにほぼ初期の目的を達し得たと思うので以下これを発表させて頂く。もちろん電気回路円線図は多岐にわたり、その付設尺度の総てを述べつくすことなどは、この小論文で不可能のことで、本報告では均等目盛り尺度製作の原理と、第2報⁽⁶⁾に示した四端子回路電力型円線図に関する均等目盛り尺度の主なものの製作方法を述べる。なお3章以下の諸記号は特に注意がない限り第2報と同じものを用いる。

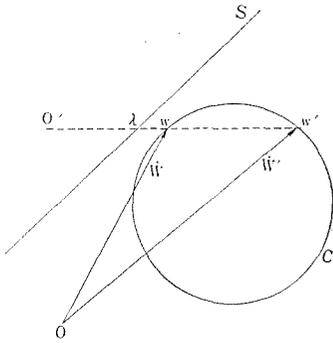
2. 均等目盛り尺度製作の理論

2.1 均等目盛り尺度の種類

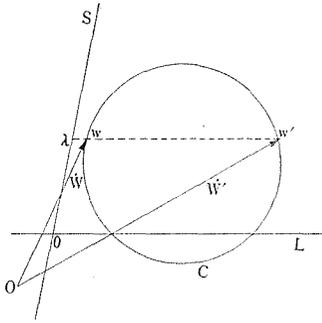
これから示す円線図付記の均等目盛り尺度を基本的に分類すると矢張り従来からあつた、根点と直線均等目盛り尺とを備えるもの〔第2-1図〕、パワー表示用基線の理に従う直線均等目盛り尺を備えるもの〔第2-2図〕、根点と円均等目盛り尺を備えるもの〔第2-3図〕となる。勿論尺度によってはこれ等のものを組合せた尺度となる場合もある。

第2-1図においてC円は円線図、S直線は均等目盛り尺、O'は根点であつて従来の尺度と同じようにS尺上の目盛り λ の点と根点O'を結ぶ直線が円線図と交わる点を w, w' とすれば、この点と原点を結ぶベクトルは λ に対応する \vec{W} を与えるものとする。また

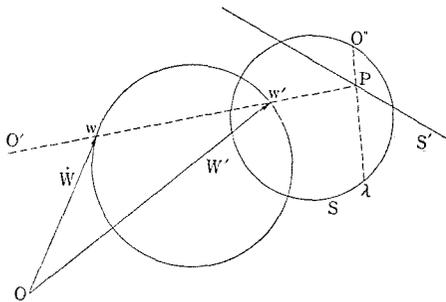
* 電気工学教室、助教授



第2-1図



第2-2図



第2-3図

第2-2図の L 直線はパワー表示用基線であって従来のパワー表示用基線の理に従う。すなわち均等目盛り尺 S の零目盛り点は S 尺と L 線との交点であって、 S 尺の λ 目盛り点から L 線に平行に引いた直線と円線図との交点を w および w' とすれば原点 O と w および w' を結んで出来るベクトル \dot{W} および \dot{W}' は λ に対応する \dot{W} を与えるものとする。第2-3図は円形の均等目盛り尺 S を持つ尺度の一例であって、 S 円上に補助根点 O'' 、また S 円の中心と O'' を結ぶ直線に直交する補助直線尺 S' および根点 O' を備える尺度を示している。 S 尺上の λ 目盛り点と補助根点 O'' を結ぶ直線が補助尺 S' と交わる点を P とし、 P と根点 O' を結ぶ直線と円線図との交点を w および w' とすれば原点 O と w および w' とを結んで出来るベクトル \dot{W} および \dot{W}' は λ に対応する \dot{W} を与えるものとする。

2.2 根点と直線均等目盛り尺を備える尺度

電気回路で、ある個所の電力、電圧、電流、インピーダンス、アドミッタンス等のうち、一つの量 [これを \dot{W} とする] が選ばれ、その円線図が画かれているとし、その方程式は

$$\dot{W}\dot{W}_k - (\dot{C}_k\dot{W} + \dot{C}\dot{W}_k) + \dot{C}\dot{C}_k - \dot{R}\dot{R}_k = 0 \quad (2.2-1)$$

であるとする。勿論この円は回路のある条件のもとで成立するのであって、この条件を今〔イ〕および〔ロ〕〔例えば電源電圧一定、負荷端子電圧一定というように〕であるとする。更にもし条件〔イ〕,〔ロ〕の代り、条件〔イ〕,〔ハ〕でも \dot{W} は円となり、かつ〔ハ〕の条件を特性づける量がスカラ量 λ であるときは、その円は

$$\dot{W}\dot{W}_k - \{\dot{F}_k(\lambda)\dot{W} + \dot{F}(\lambda)\dot{W}_k\} + f(\lambda) = 0. \quad (2.2-2)$$

ただし $\dot{F}(\lambda)$ は複素函数、 $f(\lambda)$ は実函数と表され、この円は λ に種々の値を入れるとき λ をパラメーターとする円群となる。〔イ〕,〔ロ〕および $\lambda = \lambda_p$ の三条件のもとでは \dot{W} の値 \dot{W}_p は式 (2.2-1) 円と円

$$\dot{W}\dot{W}_k - \{\dot{F}_k(\lambda_p)\dot{W} + \dot{F}(\lambda_p)\dot{W}_k\} + f(\lambda_p) = 0 \quad (2.2-3)$$

との交点で与えられる。あるいは式 (2.2-1) 円と式 (2.2-3) 円との2交点を過ぎる直線

$$\{\dot{F}_k(\lambda_p) - \dot{C}_k\}\dot{W} + \{\dot{F}(\lambda_p) - \dot{C}\}\dot{W}_k + f(\lambda_p) - (\dot{C}\dot{C}_k - \dot{R}\dot{R}_k) = 0 \quad (2.2-4)$$

と式 (2.2-1) 円との交点として求め得る。

よって式 (2.2-1) 円線図付設の λ の尺度が根点と直線均等目盛り尺を備えるものであれば、先づ直線群

$$\{\dot{F}_k(\lambda) - \dot{C}_k\}\dot{W} + \{\dot{F}(\lambda) - \dot{C}\}\dot{W}_k + f(\lambda) - (\dot{C}\dot{C}_k - \dot{R}\dot{R}_k) = 0 \quad (2.2-5)$$

が共通の一点を通ることである。すなわち λ の値に無関係に

$$\dot{C}\dot{C}_k - \dot{R}\dot{R}_k - f(\lambda) = \{\dot{F}_k(\lambda) - \dot{C}_k\}\dot{T} + \{\dot{F}(\lambda) - \dot{C}\}\dot{T}_k \quad (2.2-6)$$

が成り立つ必要がある。上式で \dot{T} は定数で式 (2.2-5) 直線群の共有点である。式 (2.2-5) に式 (2.2-6) の関係を入れ、なお

$$\dot{F}(\lambda) - \dot{C} = \dot{\phi}(\lambda) \quad (2.2-7)$$

とおけば

$$\dot{\phi}_k(\lambda)\dot{W} + \dot{\phi}(\lambda)\dot{W}_k - \{\dot{\phi}_k(\lambda)\dot{T} + \dot{\phi}(\lambda)\dot{T}_k\} = 0. \quad (2.2-8)$$

更に直線均等目盛り尺であるためには、式 (2.2-8) 直線群のうち $\lambda = \infty$ の直線

$$\dot{\phi}_k(\infty)\dot{W} + \dot{\phi}(\infty)\dot{W}_k - \{\dot{\phi}_k(\infty)\dot{T} + \dot{\phi}(\infty)\dot{T}_k\} = 0 \quad (2.2-9)$$

に平行で、かつこの直線と任意の間隔 l を持った直線

$$\dot{\phi}_k(\infty)\dot{W} + \dot{\phi}(\infty)\dot{W}_k - \left\{ \dot{\phi}_k(\infty)\dot{T} + \dot{\phi}(\infty)\dot{T}_k + 2l\sqrt{\dot{\phi}(\infty)\dot{\phi}_k(\infty)} \right\} = 0 \quad (2.2-10)$$

と式 (2.2-8) 直線群との交点を \dot{M} とすれば、この \dot{M} 点と、 $\lambda = 0$ の直線

$$\dot{\phi}_k(0)\dot{W} + \dot{\phi}(0)\dot{W}_k - \{\dot{\phi}_k(0)\dot{T} + \dot{\phi}(0)\dot{T}_k\} = 0 \quad (2.2-11)$$

と式 (2.2-10) 直線との交点 $[\dot{M}]_{l=0}$ との距離 d が, λ および l に比例しなければならぬ。しかして \dot{M} は式 (2.2-8) と式 (2.2-10) から

$$\dot{M} = \dot{T} - \frac{2l\sqrt{\dot{\Phi}(\infty)\dot{\Phi}_k(\infty)\dot{\Phi}(\lambda)}}{\dot{\Phi}(\infty)\dot{\Phi}_k(\lambda) - \dot{\Phi}_k(\infty)\dot{\Phi}(\lambda)} \quad (2.2-12)$$

また

$$[\dot{M}]_{l=0} = \dot{T} - \frac{2l\sqrt{\dot{\Phi}(\infty)\dot{\Phi}_k(\infty)\dot{\Phi}(0)}}{\dot{\Phi}(\infty)\dot{\Phi}_k(0) - \dot{\Phi}_k(\infty)\dot{\Phi}(0)} \quad (2.2-13)$$

$$d = \dot{M} - [\dot{M}]_{l=0} = 2l\sqrt{\dot{\Phi}(\infty)\dot{\Phi}_k(\infty)} \left\{ \frac{\dot{\Phi}(0)}{\dot{\Phi}(\infty)\dot{\Phi}_k(0) - \dot{\Phi}_k(\infty)\dot{\Phi}(0)} - \frac{\dot{\Phi}(\lambda)}{\dot{\Phi}(\infty)\dot{\Phi}_k(\lambda) - \dot{\Phi}_k(\infty)\dot{\Phi}(\lambda)} \right\} \quad (2.2-14)$$

よって d が l と λ に比例するためには

$$\begin{aligned} & \sqrt{\dot{\Phi}(\infty)\dot{\Phi}_k(\infty)} \left\{ \frac{\dot{\Phi}(0)}{\dot{\Phi}(\infty)\dot{\Phi}_k(0) - \dot{\Phi}_k(\infty)\dot{\Phi}(0)} - \frac{\dot{\Phi}(\lambda)}{\dot{\Phi}(\infty)\dot{\Phi}_k(\lambda) - \dot{\Phi}_k(\infty)\dot{\Phi}(\lambda)} \right\} \\ & = m\lambda \sqrt{\frac{\dot{\Phi}(\infty)}{-\dot{\Phi}_k(\infty)}} \end{aligned}$$

ただし m は任意の実定数である。これから

$$\frac{\dot{\Phi}_k(\lambda)}{\dot{\Phi}(\lambda)} = \frac{\dot{\Phi}_k(0) + \frac{jm}{\dot{\Phi}(\infty)} \{ \dot{\Phi}(\infty)\dot{\Phi}_k(0) - \dot{\Phi}_k(\infty)\dot{\Phi}(0) \} \lambda}{\dot{\Phi}(0) + \frac{jm}{\dot{\Phi}_k(\infty)} \{ \dot{\Phi}(\infty)\dot{\Phi}_k(0) - \dot{\Phi}_k(\infty)\dot{\Phi}(0) \} \lambda} \quad (2.2-15)$$

この式を満足し, かつ $\lambda \rightarrow 0$ のとき $\dot{\Phi}(\lambda) \rightarrow \dot{\Phi}(0)$, $\lambda \rightarrow \infty$ のとき $\dot{\Phi}(\lambda) \rightarrow \dot{\Phi}(\infty)$ となる $\dot{\Phi}(\lambda)$ の最も基本的な値は

$$\dot{\Phi}(\lambda) = \frac{\dot{\Phi}(0) + \frac{jm}{\dot{\Phi}_k(\infty)} \{ \dot{\Phi}(\infty)\dot{\Phi}_k(0) - \dot{\Phi}_k(\infty)\dot{\Phi}(0) \} \lambda}{1 + \frac{jm}{\dot{\Phi}(\infty)\dot{\Phi}_k(\infty)} \{ \dot{\Phi}(\infty)\dot{\Phi}_k(0) - \dot{\Phi}_k(\infty)\dot{\Phi}(0) \} \lambda} \quad (2.2-16)$$

あるいは

$$\dot{\Phi}(\lambda) = \frac{\dot{\Phi}(0)\dot{\Phi}_k(0) + jm \{ \dot{\Phi}(\infty)\dot{\Phi}_k(0) - \dot{\Phi}_k(\infty)\dot{\Phi}(0) \} \lambda}{\dot{\Phi}_k(0) + \frac{jm}{\dot{\Phi}(\infty)} \{ \dot{\Phi}(\infty)\dot{\Phi}_k(0) - \dot{\Phi}_k(\infty)\dot{\Phi}(0) \} \lambda} \quad (2.2-17)$$

である。以上の吟味から λ の尺度が表題のものとなるためには一般に $\dot{\Phi}(\lambda)$ は

$$\phi(\lambda) \equiv \frac{\dot{A} + \dot{B}\lambda}{a + b\lambda} \tag{2.2-18}$$

の形、あるいはその逆数の形の関数であればよいことが解る。どちらの形の関数でも結果は同じになるから式 (2.2-18) を式 (2.2-8) に入れた形を示せば

$$\frac{\dot{A}_k + \dot{B}_k\lambda}{a + b\lambda} \dot{W} + \frac{\dot{A} + \dot{B}\lambda}{a + b\lambda} \dot{W}_k - \left(\frac{\dot{A}_k + \dot{B}_k\lambda}{a + b\lambda} \dot{T} + \frac{\dot{A} + \dot{B}\lambda}{a + b\lambda} \dot{T}_k \right) = 0. \tag{2.2-19}$$

この形の式は容易に下の諸式の形に変形することが出来る。

$$\left(\frac{\dot{H}_k}{a + b\lambda} + \dot{C}_k \right) \dot{W} + \left(\frac{\dot{H}}{a + b\lambda} + \dot{C} \right) \dot{W}_k - \left(\frac{m}{a + b\lambda} + n \right) = 0. \tag{2.2-20}$$

$$(\dot{B}_k\lambda + \dot{A}_k) \dot{W} + (\dot{B}\lambda + \dot{A}) \dot{W}_k - (p\lambda + q) = 0. \tag{2.2-21}$$

$$\frac{\dot{A}'_k + \dot{B}'_k\lambda}{a + b\lambda} \dot{W} - \frac{\dot{A}' + \dot{B}'\lambda}{a + b\lambda} \dot{W}_k - \left(\frac{\dot{A}'_k + \dot{B}'_k\lambda}{a + b\lambda} \dot{T} - \frac{\dot{A}' + \dot{B}'\lambda}{a + b\lambda} \dot{T}_k \right) = 0. \tag{2.2-22}$$

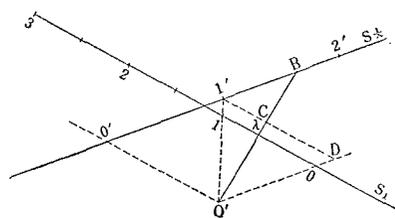
$$\left(\frac{\dot{H}'_k}{a + b\lambda} + \dot{C}'_k \right) \dot{W} - \left(\frac{\dot{H}'}{a + b\lambda} + \dot{C}' \right) \dot{W}_k + j \left(\frac{m'}{a + b\lambda} + n' \right) = 0. \tag{2.2-23}$$

$$(\dot{B}'_k\lambda + \dot{A}'_k) \dot{W} - (\dot{B}'\lambda + \dot{A}') \dot{W}_k + j(p'\lambda + q') = 0. \tag{2.2-24}$$

ここに $\dot{A}, \dot{B}, \dot{A}', \dot{B}', \dot{H}, \dot{C}, \dot{H}', \dot{C}'$ は複素定数, $a, b, m, n, m', n', p, q, p', q'$ は実定数である。

よって本節を要約すれば、条件 [イ], [ハ] のもとにおける \dot{W} 円と式 (2.2-1) 円との2交点を過ぎる直線が式 (2.2-19) から式 (2.2-23) のどれかの形に導かれる場合、あるいは条件 [イ], [ハ] のもとの \dot{W} が式 (2.2-19) から式 (2.2-23) の形の直線となるときは、式 (2.2-1) 円線図付設の λ の尺度は一根点と直線均等目盛り尺から構成され得る。

なお λ の尺度が一根点と直線均等目盛り尺から構成される時、この尺度から $\frac{1}{\lambda}$ の均等



第2-4図

目盛り尺度を製作するには、次の方法による
ことができる。第2-4図において S_1 直線は
 λ の均等目盛り尺, O' は根点, o は零目盛り
点とすれば, S_1 直線のように $\overline{O'o}$ に平行で,
かつ適當の位置に設けた直線は $\frac{1}{\lambda}$ の均等目盛
り尺とすることができる。根点は λ の尺度の
ものと変わらず O' である。その零目盛り点
は O' を過ぎ S_1 直線と平行な直線を引き、これ

と $S_{\frac{1}{\lambda}}$ 直線との交点 o' を取る. またその単位目盛り長さ s_1 は $S_{\frac{1}{\lambda}}$ 尺の目盛り 1 の点と根点 O' を結ぶ直線が $S_{\frac{1}{\lambda}}$ 直線と交わる点を求め, $1'$ とすれば

$$\frac{s_1}{\lambda} = \overline{o'1'} \quad (2.2-25)$$

である.

2.3 パワー表示用基線を持つ尺度

式 (2.2-1) 円線図付設の λ の尺度がパワー表示用基線を持つためには, まづ式 (2.2-5) が平行直線群でなければならない. よって $\phi(\lambda)$ を λ の実函数, α を定角とすれば, 式 (2.2-5) は

$$\phi(\lambda)\varepsilon^{-ja}\dot{W} + \phi(\lambda)\varepsilon^{ja}\dot{W}_k + f(\lambda) - (\dot{C}\dot{C}_k - \dot{R}\dot{R}_k) = 0. \quad (2.3-1)$$

$\lambda = 0$ の直線は

$$\phi(0)\varepsilon^{-ja}\dot{W} + \phi(0)\varepsilon^{ja}\dot{W}_k + f(0) - (\dot{C}\dot{C}_k - \dot{R}\dot{R}_k) = 0. \quad (2.3-2)$$

よって均等目盛り尺であるためには更に式 (2.3-2) 直線と式 (2.3-1) 直線との間隔が λ に比例しなければならない. このためには例えば原点を過ぎる直線

$$\varepsilon^{-ja}\dot{W} - \varepsilon^{ja}\dot{W}_k = 0 \quad (2.3-3)$$

を取って, この直線と式 (2.3-1) 直線との交点 \dot{M} , および式 (2.3-2) 直線との交点 $[\dot{M}]_{\lambda=0}$ を求めれば,

$$\dot{M} - [\dot{M}]_{\lambda=0} = m\varepsilon^{ja}\lambda. \quad (2.3-4)$$

[m は任意の実定数]

しかるに式 (2.3-1) と式 (2.3-3) から

$$\dot{M} = \frac{\dot{C}\dot{C}_k - \dot{R}\dot{R}_k - f(\lambda)}{2\phi(\lambda)\varepsilon^{-ja}}. \quad (2.3-5)$$

式 (2.3-2) と式 (2.3-3) から

$$[\dot{M}]_{\lambda=0} = \frac{\dot{C}\dot{C}_k - \dot{R}\dot{R}_k - f(0)}{2\phi(0)\varepsilon^{-ja}}. \quad (2.3-6)$$

上の三式から

$$\dot{C}\dot{C}_k - \dot{R}\dot{R}_k - f(\lambda) = \left\{ \frac{\dot{C}\dot{C}_k - \dot{R}\dot{R}_k - f(0)}{2\phi(0)} + m\lambda \right\} 2\phi(\lambda). \quad (2.3-7)$$

よって λ が表題の尺度となるためには式 (2.3-1) すなわち式 (2.2-5) が

$$\varepsilon^{-ja}\dot{W} + \varepsilon^{ja}\dot{W}_k - \left\{ \frac{\dot{C}\dot{C}_k - \dot{R}\dot{R}_k - f(0)}{2\phi(0)} + m\lambda \right\} = 0 \quad (2.3-8)$$

の形を取らなければならない。上式は

$$\dot{A}_k \dot{W} + \dot{A}' \dot{W}_k + a + b\lambda = 0, \quad (2.3-9)$$

$$\dot{A}'_k \dot{W} - \dot{A}' \dot{W}_k + j(a' + b'\lambda) = 0 \quad (2.3-10)$$

〔ただし \dot{A}, \dot{A}' は複素定数, a, b, a', b' は実定数〕

と書いてもよい。

2. 4 円均等目盛り尺を備える尺度

式 (2.2-5) 中の $\dot{F}(\lambda)$ および $f(\lambda)$ が $\dot{F}'(\epsilon^{j\lambda})$ および $f'(\epsilon^{j\lambda})$ のように $\epsilon^{j\lambda}$ の関数である場合には、条件によっては λ の尺度を円均等目盛り尺を備えるものとしてすることが出来る。しかしてこの場合も \dot{F}' および f' の形によってパワー表示用基線を持つ場合、根点を備える場合、更に補助根点と補助尺を必要とする場合等がある。

2. 4. 1 根点を備える場合。式 (2.2-5) が

$$\{\dot{F}'_k(\epsilon^{j\lambda}) - \dot{C}_k\} \dot{W} + \{\dot{F}'(\epsilon^{j\lambda}) - \dot{C}\} \dot{W}_k + f'(\epsilon^{j\lambda}) - (\dot{C}\dot{C}_k - \dot{R}\dot{R}_k) = 0 \quad (2.4-1)$$

〔 \dot{F}' は複素関数, f' は実関数〕

で表されるとする。 λ の尺度が根点を持つならば上の直線群は一点を共有しなければならない。しかるに $\epsilon^{j\lambda}$ をパラメーターとし、一点を共有する直線群は

$$\dot{\phi}_k(\epsilon^{j\lambda}) \dot{W} + \dot{\phi}(\epsilon^{j\lambda}) \dot{W}_k - \{\dot{\phi}_k(\epsilon^{j\lambda}) \dot{T} + \dot{\phi}(\epsilon^{j\lambda}) \dot{T}_k\} = 0 \quad (2.4-2)$$

あるいは

$$\dot{\phi}'_k(\epsilon^{j\lambda}) \dot{W} - \dot{\phi}'(\epsilon^{j\lambda}) \dot{W}_k - \{\dot{\phi}'_k(\epsilon^{j\lambda}) \dot{T} - \dot{\phi}'(\epsilon^{j\lambda}) \dot{T}_k\} = 0 \quad (2.4-3)$$

等の形の方方程式で表される。ここに $\dot{\phi}, \dot{\phi}'$ 等は複素関数, \dot{T} は定数で直線群の共有点である。よって式 (2.4-1) 直線群が一定点を共有する条件は

$$\dot{C}\dot{C}_k - \dot{R}\dot{R}_k - f'(\epsilon^{j\lambda}) = \{\dot{F}'_k(\epsilon^{j\lambda}) - \dot{C}_k\} \dot{T} + \{\dot{F}'(\epsilon^{j\lambda}) - \dot{C}\} \dot{T}_k \quad (2.4-4)$$

〔 \dot{T} は複素定数〕

であって、したがってまた

$$\frac{d\{\dot{C}\dot{C}_k - \dot{R}\dot{R}_k - f'(\epsilon^{j\lambda})\}}{d\lambda} = \dot{T} \frac{d\{\dot{F}'_k(\epsilon^{j\lambda}) - \dot{C}_k\}}{d\lambda} + \dot{T}_k \frac{d\{\dot{F}'(\epsilon^{j\lambda}) - \dot{C}\}}{d\lambda}. \quad (2.4-5)$$

また式 (2.4-1) 直線の方向は、ベクトル $j\{\dot{F}'(\epsilon^{j\lambda}) - \dot{C}\}$ の方向で与えられるから、式 (2.4-4) の条件が満足され更に、 λ を変数とした場合の

$$\dot{w} = j\{\dot{F}'(\epsilon^{j\lambda}) - \dot{C}\} \quad (2.4-6)$$

軌跡に対する λ の円均等目盛り尺を作ることが出来る場合には、表題のような λ の尺

度を製作できる。

先に述べたように式 (2.4-6) の \dot{w} によって均等目盛り円尺度といっても種々のものがあることが想像され、直線均等目盛り尺度の節で述べたように \dot{F}' の形を最終的に決定することは困難である。よってここには第3章で尺度の製作を述べるとき度々現われる形の直線群

$$\left\{ \frac{1}{\dot{H}_k(\epsilon^{-j\lambda} - \epsilon^{-j\theta})} - \dot{C}_k \right\} \dot{W} + \left\{ \frac{1}{\dot{H}(\epsilon^{j\lambda} - \epsilon^{j\theta})} - \dot{C} \right\} \dot{W}_k + a = 0 \quad (2.4-7)$$

[\dot{H} , \dot{C} 複素定数, θ , a 実定数]

を例に取って、その共有点の有無の判定および共有点の決定について述べる。もし式 (2.4-7) 直線群が共有点を持つならば、式 (2.4-4) および式 (2.4-5) によって

$$-a = \left\{ \frac{1}{\dot{H}_k(\epsilon^{-j\lambda} - \epsilon^{-j\theta})} - \dot{C}_k \right\} \dot{T} + \left\{ \frac{1}{\dot{H}(\epsilon^{j\lambda} - \epsilon^{j\theta})} - \dot{C} \right\} \dot{T}_k \quad (2.4-8)$$

$$0 = \dot{T} \frac{d}{d\lambda} \left\{ \frac{1}{\dot{H}_k(\epsilon^{-j\lambda} - \epsilon^{-j\theta})} - \dot{C}_k \right\} + \dot{T}_k \frac{d}{d\lambda} \left\{ \frac{1}{\dot{H}(\epsilon^{j\lambda} - \epsilon^{j\theta})} - \dot{C} \right\} \quad (2.4-9)$$

を満足する定数 \dot{T} の存在が必要であるが、両式から

$$\dot{T} = \frac{a \dot{H}_k \epsilon^{-j\theta}}{1 + \dot{H}_k \epsilon^{-j\theta} \dot{C}_k + \dot{H} \epsilon^{j\theta} \dot{C}} \quad (2.4-10)$$

が得られる。よって式 (2.4-7) 直線群は共有点を持ち、またその共有点は上式で与えられる。

なおこの共有点 \dot{T} を求めるのに次の便法がある。式 (2.4-7) 直線群と直線

$$\dot{H} \epsilon^{j\theta} \dot{W} - \dot{H}_k \epsilon^{-j\theta} \dot{W}_k = 0 \quad (2.4-11)$$

との交点 \dot{T}' を求めれば λ に無関係に

$$\dot{T}' = \frac{a \dot{H}_k \epsilon^{-j\theta}}{1 + \dot{H}_k \epsilon^{-j\theta} \dot{C}_k + \dot{H} \epsilon^{j\theta} \dot{C}} \quad (2.4-12)$$

更に直線群が式 (2.4-7) のような場合には式 (2.4-6) は

$$\dot{w} = j \left\{ \frac{1}{\dot{H}(\epsilon^{j\lambda} - \epsilon^{j\theta})} - \dot{C} \right\} \quad (2.4-13)$$

で、 \dot{w} の軌跡は直線となり λ 尺度は、従来の方法によって円均等目盛り尺と根点を備えるものを作りうる。すなわち 2.2 節に述べた [イ], [ハ] の条件を保つ \dot{W} 円と式 (2.4-1) 円との 2 交点を過ぎる直線が式 (2.4-7) の形に導かれるから、[イ], [ハ] の条件の

もとで \dot{W} の軌跡が式 (2.4-7) の形となるときは式 (2.2-1) 円線図付設の λ の尺度は円均等目盛り尺を備えるものとなしうる。

式 (2.4-7) 方程式は次の諸形に変えることができる。

$$\left(\frac{\dot{B}_k}{\dot{\alpha}\epsilon^{-j\lambda} - \dot{\alpha}_k} - \dot{C}_k\right)\dot{W} + \left(\frac{\dot{B}}{\dot{\alpha}_k\epsilon^{j\lambda} - \dot{\alpha}} - \dot{C}\right)\dot{W}_k + a = 0. \quad (2.4-14)$$

$$\left(\frac{\dot{B}_k\epsilon^{j\frac{\lambda}{2}}}{\dot{\alpha}\epsilon^{-j\frac{\lambda}{2}} - \dot{\alpha}_k\epsilon^{-j\frac{\lambda}{2}}} - \dot{C}_k\right)\dot{W} + \left(\frac{\dot{B}\epsilon^{-j\frac{\lambda}{2}}}{\dot{\alpha}_k\epsilon^{j\frac{\lambda}{2}} - \dot{\alpha}\epsilon^{-j\frac{\lambda}{2}}} - \dot{C}\right)\dot{W}_k + a = 0. \quad (2.4-15)$$

$$\left\{\frac{1}{\dot{H}'_k(\epsilon^{-j\lambda} - \epsilon^{-j\theta})} - \dot{C}'_k\right\}\dot{W} - \left\{\frac{1}{\dot{H}'(\epsilon^{j\lambda} - \epsilon^{j\theta})} - \dot{C}'\right\}\dot{W}_k - ja = 0. \quad (2.4-16)$$

$$\left(\frac{\dot{B}'_k}{\dot{\alpha}\epsilon^{-j\lambda} - \dot{\alpha}_k} - \dot{C}'_k\right)\dot{W} - \left(\frac{\dot{B}'}{\dot{\alpha}_k\epsilon^{j\lambda} - \dot{\alpha}} - \dot{C}'\right)\dot{W}_k - ja = 0. \quad (2.4-17)$$

$$\left(\frac{\dot{B}'_k\epsilon^{j\frac{\lambda}{2}}}{\dot{\alpha}\epsilon^{-j\frac{\lambda}{2}} - \dot{\alpha}_k\epsilon^{j\frac{\lambda}{2}}} - \dot{C}'_k\right)\dot{W} - \left(\frac{\dot{B}'\epsilon^{-j\frac{\lambda}{2}}}{\dot{\alpha}_k\epsilon^{j\frac{\lambda}{2}} - \dot{\alpha}\epsilon^{-j\frac{\lambda}{2}}} - \dot{C}'\right)\dot{W}_k - ja = 0. \quad (2.4-18)$$

ただし以上の諸式で \dot{B} , \dot{B}' , \dot{C} , \dot{C}' , \dot{H}' , $\dot{\alpha}$ は複素定数, a , θ は実定数である。

2. 4. 2 パワー表示用基線を持つ場合. λ の尺度がパワー表示用基線を持つ場合は式 (2.4-1) は平行直線群でなければならない。ただしこの場合 2. 3 節の尺度のように、このパワー表示用基線によって零目盛り点を決定する均等目盛り直線尺があるわけではなく、次に述べるようにこの目盛り尺のかわり、目盛りのない補助尺を備える。

式 (2.4-1) が平行直線群であるためには同式は

$$\dot{B}_k\dot{W} + \dot{B}\dot{W}_k + \frac{f'(\epsilon^{j\lambda}) - (\dot{C}\dot{C}_k - \dot{R}\dot{R}_k)}{g(\epsilon^{j\lambda})} = 0 \quad (2.4-19)$$

[\dot{B} 複素定数, $g(\epsilon^{j\lambda})$ 実函数]

の形でなければならない。この場合もし原点を過ぎる適當の直線

$$\dot{D}_k\dot{W} - \dot{D}\dot{W}_k = 0 \quad (2.4-20)$$

と式 (2.4-19) 直線群との交点 \dot{w} を与える式は

$$\dot{w} = \frac{\dot{C}\dot{C}_k - \dot{R}\dot{R}_k - f'(\epsilon^{j\lambda})}{\left(\dot{B}_k + \dot{B}\frac{\dot{D}_k}{\dot{D}}\right)g(\epsilon^{j\lambda})} \quad (2.4-21)$$

λ を変数とすれば \dot{w} の軌跡は (2.4—20) 直線と一致する。この \dot{w} 軌跡図に λ の均等目盛り円尺を作ることが出来る場合には式 (2.4—20) 直線を補助尺とする表題の尺度が得られる。

3. 四端子回路電力型円線図の均等目盛り尺度

四端子回路において送電端電圧 E_1 が一定の条件のもとにある $\dot{W}_1 = P_1 + jQ_1$ 数平面円⁽⁶⁾は第2報に示したように多種類あるが、そのうち本章で円線図として採用した任意の一円を

$$\dot{W}_1 \dot{W}_{1k} - (\dot{C}_{1k} \dot{W}_1 + \dot{C}_1 \dot{W}_{1k}) + \dot{C}_1 \dot{C}_{1k} - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} = 0 \quad (3-1)$$

と表し、かつこの円を \dot{C}_1 円と称することとする。また受電端電圧 E_2 が一定の条件のもとにある $\dot{W}_2 = P_2 + jQ_2$ 数平面円も多種あるが、そのうち本章で円線図として採用した任意の一円を

$$\dot{W}_2 \dot{W}_{2k} - (\dot{C}_{2k} \dot{W}_2 + \dot{C}_2 \dot{W}_{2k}) + \dot{C}_2 \dot{C}_{2k} - \dot{R}_2 \dot{R}_{2k} = 0 \quad (3-2)$$

と表し、かつこの円を \dot{C}_2 円と称することとする。

尺度は大體、パワー表示用基線を持つ直線均等目盛り尺度、根点を持つ直線均等目盛り尺度、円均等目盛り尺度の順に示すように心がけたが、多少前後したものがある。

3. 1 E_1^2 の尺度および E_2^2 の尺度

3. 1. 1 \dot{C}_1 円線図用の E_2^2 尺度 E_1 と E_2 が一定のときの \dot{W}_1 は [(6), 式 (2.2—4)]*

$$\dot{W}_1 \dot{W}_{1k} - \left(\frac{\dot{D}_k E_1^2}{\dot{B}_k} \dot{W}_1 + \frac{\dot{D} E_1^2}{\dot{B}} \dot{W}_{1k} \right) + \frac{\dot{D} \dot{D}_k E_1^4 - E_1^2 E_2^2}{\dot{B} \dot{B}_k} = 0. \quad (3.1-1)$$

この円と \dot{C}_1 円との2交点を過ぎる直線は

$$\begin{aligned} & \left(\frac{\dot{D}_k E_1^2}{\dot{B}_k} - \dot{C}_{1k} \right) \dot{W}_1 + \left(\frac{\dot{D} E_1^2}{\dot{B}} - \dot{C}_1 \right) \dot{W}_{1k} \\ & + \dot{C}_1 \dot{C}_{1k} - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} - \frac{\dot{D} \dot{D}_k E_1^4 - E_1^2 E_2^2}{\dot{B} \dot{B}_k} = 0. \end{aligned} \quad (3.1-2)$$

これは E_2 を変えるとき、式 (2.3—9) の型の直線群を表わす。よって E_2^2 の均等目盛り尺度は

$$\begin{aligned} & \left(\frac{\dot{D}_k E_1^2}{\dot{B}_k} - \dot{C}_{1k} \right) \dot{W}_1 + \left(\frac{\dot{D} E_1^2}{\dot{B}} - \dot{C}_1 \right) \dot{W}_{1k} \\ & + \dot{C}_1 \dot{C}_{1k} - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} - \frac{\dot{D} \dot{D}_k E_1^4}{\dot{B} \dot{B}_k} = 0 \end{aligned} \quad (3.1-3)$$

* [複素数幾何学の円線図への応用第2報中の式 (2.2—4)]を意味し以下これと同じ表示にする。

直線をパワー表示用基線とする直線尺度である。目盛り尺は適當の任意の直線によろしいが原点を通り表示用基線に直交する直線

$$\left(\frac{\dot{D}_k E_1^2}{\dot{B}_k} - \dot{C}_{1k}\right)\dot{W}_1 - \left(\frac{\dot{D} E_1^2}{\dot{B}} - \dot{C}_1\right)\dot{W}_{1k} = 0 \quad (3.1-4)$$

を用いば、その零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1 E_2}]_{E_2=0}$ は表示用基線と上の直線尺との交点で

$$[\dot{M}_{W_1 E_2}]_{E_2=0} = \frac{\frac{\dot{D}\dot{D}_k}{\dot{B}\dot{B}_k} E_1^4 - \dot{C}_1 \dot{C}_{1k} + \dot{R}_1 \dot{R}_{1k}}{2\left(\frac{\dot{D}_k E_1^2}{\dot{B}_k} - \dot{C}_{1k}\right)}. \quad (3.1-5)$$

また単位目盛りの長さ $S_{W_1 E_2}$ は

$$S_{W_1 E_2} = \left| \frac{\dot{M}_{W_1 E_2} - [\dot{M}_{W_1 E_2}]_{E_2=0}}{E_2^2} \right| = \left| \frac{-E_1^2}{2\dot{B}\dot{B}_k\left(\frac{\dot{D}_k E_1^2}{\dot{B}_k} - \dot{C}_{1k}\right)} \right| \quad (3.1-6)$$

ただし上式で $\dot{M}_{W_1 E_2}$ は目盛り尺と式 (3.1-1) 直線との交点である。

この後の尺度の製作もしばらく上と同じ手順によるから説明は出来るだけ簡略にさせて頂く。

3. 1. 2 \dot{C}_2 円線図用の E_1^2 尺度. E_1 と E_2 が一定の時の \dot{W}_2 は [(6), 式 (2.2-7)]

$$\dot{W}_2 \dot{W}_{2k} + \left(\frac{\dot{A}_k E_2^2}{\dot{B}_k} \dot{W}_2 + \frac{\dot{A} E_2^2}{\dot{B}} \dot{W}_{2k}\right) + \frac{\dot{A}\dot{A}_k E_2^4 - E_2^2 E_1^2}{\dot{B}\dot{B}_k} = 0. \quad (3.1-7)$$

この円と \dot{C}_2 円との2交点を過ぎる直線は

$$\begin{aligned} &\left(\frac{\dot{A}_k E_2^2}{\dot{B}_k} + \dot{C}_{2k}\right)\dot{W}_2 + \left(\frac{\dot{A} E_2^2}{\dot{B}} + \dot{C}_2\right)\dot{W}_{2k} \\ &- \dot{C}_2 \dot{C}_{2k} + \dot{R}_2 \dot{R}_{2k} + \frac{\dot{A}\dot{A}_k E_2^4 - E_2^2 E_1^2}{\dot{B}\dot{B}_k} = 0. \end{aligned} \quad (3.1-8)$$

上記と同様にして、 E_1^2 の均等目盛り尺度は直線

$$\begin{aligned} &\left(\frac{\dot{A}_k E_2^2}{\dot{B}_k} + \dot{C}_{2k}\right)\dot{W}_2 + \left(\frac{\dot{A} E_2^2}{\dot{B}} + \dot{C}_2\right)\dot{W}_{2k} \\ &- \dot{C}_2 \dot{C}_{2k} + \dot{R}_2 \dot{R}_{2k} + \frac{\dot{A}\dot{A}_k E_2^4}{\dot{B}\dot{B}_k} = 0 \end{aligned} \quad (3.1-9)$$

をパワー表示用基線とする直線尺度である。目盛り尺として直線

$$\left(\frac{\dot{A}_k E_2^2}{\dot{B}_k} + \dot{C}_{2k}\right)\dot{W}_2 - \left(\frac{\dot{A} E_2^2}{\dot{B}} + \dot{C}_2\right)\dot{W}_{2k} = 0 \quad (3.1-10)$$

を用いれば、零目盛り点 $[\dot{M}_{W_2 E_1}]_{E_1=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_2 E_1}]_{E_1=0} = \frac{\dot{C}_2 \dot{C}_{2k} - \dot{R}_2 \dot{R}_{2k} - \frac{\dot{A} \dot{A}_k E_2^4}{\dot{B} \dot{B}_k}}{2\left(\frac{\dot{A}_k E_2^2}{\dot{B}_k} + \dot{C}_{2k}\right)}, \quad (3.1-11)$$

また単位目盛り長さ $S_{W_2 E_1}$ は

$$S_{W_2 E_1} = \left| \frac{E_2^2}{2\dot{B}\dot{B}_k\left(\frac{\dot{A}_k}{\dot{B}_k}E_2^2 + \dot{C}_{2k}\right)} \right|. \quad (3.1-12)$$

3. 2 I_1^2 の尺度および I_2^2 の尺度

3. 2. 1 \dot{C}_1 円線図用の I_2^2 尺度. E_1 と I_2 が一定の時の \dot{W}_1 は [(6), 式 (2.3-3)]

$$\dot{W}_1 \dot{W}_{1k} - \left(\frac{\dot{C}_k E_1^2}{\dot{A}_k} \dot{W}_1 + \frac{\dot{C} E_1^2}{\dot{A}} \dot{W}_{1k}\right) + \frac{\dot{C} \dot{C}_k E_1^4 - E_1^2 I_2^2}{\dot{A} \dot{A}_k} = 0. \quad (3.2-1)$$

この円と \dot{C}_1 円との2交点を過ぎる直線は

$$\begin{aligned} & \left(\frac{\dot{C}_k E_1^2}{\dot{A}_k} - \dot{C}_{1k}\right)\dot{W}_1 + \left(\frac{\dot{C} E_1^2}{\dot{A}} - \dot{C}_1\right)\dot{W}_{1k} \\ & + \dot{C}_1 \dot{C}_{1k} - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} - \frac{\dot{C} \dot{C}_k E_1^4 - E_1^2 I_2^2}{\dot{A} \dot{A}_k} = 0. \end{aligned} \quad (3.2-2)$$

パワー表示用基線は

$$\begin{aligned} & \left(\frac{\dot{C}_k E_1^2}{\dot{A}_k} - \dot{C}_{1k}\right)\dot{W}_1 + \left(\frac{\dot{C} E_1^2}{\dot{A}} - \dot{C}_1\right)\dot{W}_{1k} \\ & + \dot{C}_1 \dot{C}_{1k} - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} - \frac{\dot{C} \dot{C}_k E_1^4}{\dot{A} \dot{A}_k} = 0. \end{aligned} \quad (3.2-3)$$

目盛り尺として直線

$$\left(\frac{\dot{C}_k E_1^2}{\dot{A}_k} - \dot{C}_{1k}\right)\dot{W}_1 - \left(\frac{\dot{C} E_1^2}{\dot{A}} - \dot{C}_1\right)\dot{W}_{1k} = 0 \quad (3.2-4)$$

を用いれば、零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1 I_2}]_{I_2=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_1 I_2}]_{I_2=0} = \frac{\frac{\dot{C}_k E_1^4}{\dot{A}_k} - \dot{C}_1 \dot{C}_{1k} + \dot{R}_1 \dot{R}_{1k}}{2\left(\frac{\dot{C}_k E_1^2}{\dot{A}_k} - \dot{C}_{1k}\right)}. \quad (3.2-5)$$

単位目盛り長さ $S_{W_1 I_2}$ は

$$S_{W_1 I_2} = \left| \frac{-E_1^2}{2\dot{A}_k \left(\frac{\dot{C}_k E_1^2}{\dot{A}_k} - \dot{C}_{1k}\right)} \right|. \quad (3.2-6)$$

3. 2. 2 \dot{C}_2 円線図用の I_2^2 尺度. E_2 と I_2 が一定の時の \dot{W}_2 は

$$\dot{W}_2 \dot{W}_{2k} - E_2^2 I_2^2 = 0 \quad (3.2-7)$$

この円と \dot{C}_2 円との2交点を過ぎる直線は

$$\dot{C}_{2k} \dot{W}_2 + \dot{C}_2 \dot{W}_{2k} - \dot{C}_2 \dot{C}_{2k} + \dot{R}_2 \dot{R}_{2k} - E_2^2 I_2^2 = 0. \quad (3.2-8)$$

パワー表示用基線は

$$\dot{C}_{2k} \dot{W}_2 + \dot{C}_2 \dot{W}_{2k} - \dot{C}_2 \dot{C}_{2k} + \dot{R}_2 \dot{R}_{2k} = 0. \quad (3.2-9)$$

目盛り尺として直線

$$\dot{C}_{2k} \dot{W}_2 - \dot{C}_2 \dot{W}_{2k} = 0 \quad (3.2-10)$$

を用いれば, 零目盛り点 $[\dot{M}_{W_2 I_2}]_{I_2=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_2 I_2}]_{I_2=0} = \frac{\dot{C}_2 \dot{C}_{2k} - \dot{R}_2 \dot{R}_{2k}}{2\dot{C}_{2k}}. \quad (3.2-11)$$

単位目盛り長さ $S_{W_2 I_2}$ は

$$S_{W_2 I_2} = \left| \frac{E_2^2}{2\dot{C}_{2k}} \right|. \quad (3.2-12)$$

3. 2. 3 \dot{C}_1 円線図用の I_1^2 尺度. E_1 と I_1 が一定のときの \dot{W}_1 は

$$\dot{W}_1 \dot{W}_{1k} - E_1^2 I_1^2 = 0. \quad (3.2-13)$$

この円と \dot{C}_1 円との2交点を過ぎる直線は

$$\dot{C}_{1k} \dot{W}_1 + \dot{C}_1 \dot{W}_{1k} - \dot{C}_1 \dot{C}_{1k} + \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} - E_1^2 I_1^2 = 0. \quad (3.2-14)$$

パワー表示用基線は

$$\dot{C}_{1k}\dot{W}_1 + \dot{C}_1\dot{W}_{1k} - \dot{C}_1\dot{C}_{1k} + \dot{R}_1\dot{R}_{1k} = 0. \quad (3.2-14)$$

目盛り尺として直線

$$\dot{C}_{1k}\dot{W}_1 - \dot{C}_1\dot{W}_{1k} = 0 \quad (3.2-15)$$

を用いれば, 零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1I_1}]_{I_1=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_1I_1}]_{I_1=0} = \frac{\dot{C}_1\dot{C}_{1k} - \dot{R}_1\dot{R}_{1k}}{2\dot{C}_{1k}}. \quad (3.2-16)$$

単位目盛り長さ $S_{W_1I_1}$ は

$$S_{W_1I_1} = \left| \frac{E_1^2}{2\dot{C}_{1k}} \right|. \quad (3.2-17)$$

\dot{C}_2 円線図用の I_1^2 均等目盛り尺度も上述と同じように求められる.

3.3 電力の尺度および無効電力の尺度

3.3.1 \dot{C}_1 円線図用の P_2 尺度. E_1 と P_2 が一定のときの \dot{W}_1 は [(6), 式 (2.4-3)]

$$\begin{aligned} \dot{W}_1\dot{W}_{1k} - \left(\frac{\dot{A}\dot{D}_k + \dot{B}\dot{C}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} E_1^2 \dot{W}_1 + \frac{\dot{D}\dot{A}_k + \dot{C}\dot{B}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} E_1^2 \dot{W}_{1k} \right) \\ + \frac{(\dot{C}\dot{D}_k + \dot{D}\dot{C}_k)E_1^2 + 2P_2}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} E_1^2 = 0. \end{aligned} \quad (3.3-1)$$

この円と \dot{C}_1 円との2交点を過ぎる直線は

$$\begin{aligned} \left(\frac{\dot{A}\dot{D}_k + \dot{B}\dot{C}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} E_1^2 - \dot{C}_{1k} \right) \dot{W}_1 + \left(\frac{\dot{D}\dot{A}_k + \dot{C}\dot{B}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} E_1^2 - \dot{C}_1 \right) \dot{W}_{1k} \\ + \dot{C}_1\dot{C}_{1k} - \dot{R}_1\dot{R}_{1k} - \frac{(\dot{C}\dot{D}_k + \dot{D}\dot{C}_k)E_1^2 + 2P_2}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} E_1^2 = 0. \end{aligned} \quad (3.3-2)$$

パワー表示用基線は

$$\begin{aligned} \left(\frac{\dot{A}\dot{D}_k + \dot{B}\dot{C}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} E_1^2 - \dot{C}_{1k} \right) \dot{W}_1 + \left(\frac{\dot{D}\dot{A}_k + \dot{C}\dot{B}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} E_1^2 - \dot{C}_1 \right) \dot{W}_{1k} \\ + \dot{C}_1\dot{C}_{1k} - \dot{R}_1\dot{R}_{1k} - \frac{(\dot{C}\dot{D}_k + \dot{D}\dot{C}_k)E_1^4}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} = 0. \end{aligned} \quad (3.3-3)$$

目盛り尺として直線

$$\left(\frac{\dot{A}\dot{D}_k + \dot{B}\dot{C}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 - \dot{C}_{1k}\right)\dot{W}_1 - \left(\frac{\dot{D}\dot{A}_k + \dot{C}\dot{B}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 - \dot{C}_1\right)\dot{W}_{1k} = 0 \quad (3.3-4)$$

を用いれば、零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1P_2}]_{P_2=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_1P_2}]_{P_2=0} = \frac{\dot{C}\dot{D}_k + \dot{D}\dot{C}_k E_1^4 - \dot{C}_1\dot{C}_{1k} + \dot{R}_1\dot{R}_{1k}}{2\left(\frac{\dot{A}\dot{D}_k + \dot{B}\dot{C}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 - \dot{C}_{1k}\right)}. \quad (3.3-5)$$

単位目盛り長さ $S_{W_1P_2}$ は

$$S_{W_1P_2} = \left| \frac{E_1^2}{(\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k)\left(\frac{\dot{A}\dot{D}_k + \dot{B}\dot{C}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 - \dot{C}_{1k}\right)} \right|. \quad (3.3-6)$$

\dot{C}_2 円線図用の P_1 均等目盛り尺度も上述と同様に求められる。

3. 3. 2 \dot{C}_1 円線図用の Q_2 尺度. E_1 と Q_2 が一定のときの \dot{W}_1 は [(6), 式 (2.4-6)]

$$\begin{aligned} \dot{W}_1\dot{W}_{1k} - \left(\frac{\dot{B}\dot{C}_k - \dot{A}\dot{D}_k}{\dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k}E_1^2\dot{W}_1 + \frac{\dot{C}\dot{B}_k - \dot{D}\dot{A}_k}{\dot{A}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2\dot{W}_{1k}\right) \\ + \frac{(\dot{C}\dot{D}_k - \dot{D}\dot{C}_k)E_1^2 + 2jQ_2}{\dot{A}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 = 0. \end{aligned} \quad (3.3-7)$$

この円と \dot{C}_1 円との 2 交点を過ぎる直線は

$$\begin{aligned} \left(\frac{\dot{B}\dot{C}_k - \dot{A}\dot{D}_k}{\dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k}E_1^2 - \dot{C}_{1k}\right)\dot{W}_1 + \left(\frac{\dot{C}\dot{B}_k - \dot{D}\dot{A}_k}{\dot{A}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 - \dot{C}_1\right)\dot{W}_{1k} \\ + \dot{C}_1\dot{C}_{1k} - \dot{R}_1\dot{R}_{1k} - \frac{(\dot{C}\dot{D}_k - \dot{D}\dot{C}_k)E_1^2 + 2jQ_2}{\dot{A}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 = 0. \end{aligned} \quad (3.3-8)$$

パワー表示用基線は

$$\begin{aligned} \left(\frac{\dot{B}\dot{C}_k - \dot{A}\dot{D}_k}{\dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k}E_1^2 - \dot{C}_{1k}\right)\dot{W}_1 + \left(\frac{\dot{C}\dot{B}_k - \dot{D}\dot{A}_k}{\dot{A}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 - \dot{C}_1\right)\dot{W}_{1k} \\ + \dot{C}_1\dot{C}_{1k} - \dot{R}_1\dot{R}_{1k} - \frac{\dot{C}\dot{D}_k - \dot{D}\dot{C}_k}{\dot{A}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k}E_1^4 = 0. \end{aligned} \quad (3.3-9)$$

目盛り尺として直線

$$\left(\frac{\dot{B}\dot{C}_k - \dot{A}\dot{D}_k}{\dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k}E_1^2 - \dot{C}_{1k}\right)\dot{W}_1 - \left(\frac{\dot{C}\dot{B}_k - \dot{D}\dot{A}_k}{\dot{A}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 - \dot{C}_1\right)\dot{W}_{1k} = 0 \quad (3.3-10)$$

を用いれば、零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1Q_2}]_{Q_2=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_1Q_2}]_{Q_2=0} = \frac{\dot{C}\dot{D}_k - \dot{D}\dot{C}_k}{\dot{A}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k}E_1^4 - \dot{C}_1\dot{C}_{1k} + \dot{R}_1\dot{R}_{1k}}{2\left(\frac{\dot{B}\dot{C}_k - \dot{A}\dot{D}_k}{\dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k}E_1^2 - \dot{C}_{1k}\right)} \quad (3.3-11)$$

単位目盛り長さ $S_{W_1Q_2}$ は

$$S_{W_1Q_2} = \left| \frac{jE_1^2}{(\dot{A}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k)\left(\frac{\dot{B}\dot{C}_k - \dot{A}\dot{D}_k}{\dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k}E_1^2 - \dot{C}_{1k}\right)} \right| \quad (3.3-12)$$

\dot{C}_2 円線図用の Q_1 均等目盛り尺度も上述と同様に求められる。

3.4 線路損失の尺度および線路無効電力の尺度

3.4.1 \dot{C}_1 円線図用の線路損失 P_L 尺度. E_1 と P_L が一定のときの \dot{W}_1 は [(6), 式 (2.5-2)]

$$\begin{aligned} \dot{W}_1\dot{W}_{1k} - \left(\frac{\dot{A}\dot{D}_k + \dot{B}\dot{C}_k - 1}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2\dot{W}_1 + \frac{\dot{D}\dot{A}_k + \dot{C}\dot{B}_k - 1}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2\dot{W}_{1k}\right) \\ + \frac{(\dot{C}\dot{D}_k + \dot{D}\dot{C}_k)E_1^2 - 2P_L}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 = 0. \end{aligned} \quad (3.4-1)$$

この円と \dot{C}_1 円との2交点を過ぎる直線は

$$\begin{aligned} \left(\frac{\dot{A}\dot{D}_k + \dot{B}\dot{C}_k - 1}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 - \dot{C}_{1k}\right)\dot{W}_1 + \left(\frac{\dot{D}\dot{A}_k + \dot{C}\dot{B}_k - 1}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 - \dot{C}_1\right)\dot{W}_{1k} \\ + \dot{C}_1\dot{C}_{1k} - \dot{R}_1\dot{R}_{1k} - \frac{(\dot{C}\dot{D}_k + \dot{D}\dot{C}_k)E_1^2 - 2P_L}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 = 0. \end{aligned} \quad (3.4-2)$$

パワー表示用基線は

$$\begin{aligned} \left(\frac{\dot{A}\dot{D}_k + \dot{B}\dot{C}_k - 1}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 - \dot{C}_{1k}\right)\dot{W}_1 + \left(\frac{\dot{D}\dot{A}_k + \dot{C}\dot{B}_k - 1}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 - \dot{C}_1\right)\dot{W}_{1k} \\ + \dot{C}_1\dot{C}_{1k} - \dot{R}_1\dot{R}_{1k} - \frac{\dot{C}\dot{D}_k + \dot{D}\dot{C}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k}E_1^4 = 0. \end{aligned} \quad (3.4-3)$$

目盛り尺として直線

$$\left(\frac{A\dot{D}_k + \dot{B}\dot{C}_k - 1}{A\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 - \dot{C}_{1k}\right)\dot{W}_1 - \left(\frac{\dot{D}\dot{A}_k + \dot{C}\dot{B}_k - 1}{A\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 - \dot{C}_1\right)\dot{W}_{1k} = 0 \quad (3.4-4)$$

を用いれば、零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1PL}]_{PL=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_1PL}]_{PL=0} = \frac{\dot{C}\dot{D}_k + \dot{D}\dot{C}_k E_1^4 - \dot{C}_1\dot{C}_{1k} + \dot{R}_1\dot{R}_{1k}}{2\left(\frac{A\dot{D}_k + \dot{B}\dot{C}_k - 1}{A\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 - \dot{C}_{1k}\right)} \quad (3.4-5)$$

単位目盛り長さ S_{W_1PL} は

$$S_{W_1PL} = \left| \frac{-E_1^2}{(A\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k)\left(\frac{A\dot{D}_k + \dot{B}\dot{C}_k - 1}{A\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 - \dot{C}_{1k}\right)} \right| \quad (3.4-6)$$

\dot{C}_2 円線図用の PL 均等目盛り尺度も同様に求められる。

3.4.2 \dot{C}_1 円線図用の線路無効電力 Q_L の尺度. E_1 と Q_L が一定のときの \dot{W}_1 は〔(6), 式 (2.5-5)〕

$$\begin{aligned} \dot{W}_1\dot{W}_{1k} - \left\{ \frac{1 + (\dot{B}\dot{C}_k - A\dot{D}_k)}{\dot{B}\dot{A}_k - A\dot{B}_k}E_1^2\dot{W}_1 + \frac{1 + (\dot{C}\dot{B}_k - \dot{D}\dot{A}_k)}{A\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2\dot{W}_{1k} \right\} \\ + \frac{(\dot{C}\dot{D}_k - \dot{D}\dot{C}_k)E_1^2 - 2jQ_L}{A\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 = 0. \end{aligned} \quad (3.4-7)$$

この円と \dot{C}_1 円との2交点を過ぎる直線は

$$\begin{aligned} \left\{ \frac{1 + (\dot{B}\dot{C}_k - A\dot{D}_k)}{\dot{B}\dot{A}_k - A\dot{B}_k}E_1^2 - \dot{C}_{1k} \right\}\dot{W}_1 + \left\{ \frac{1 + (\dot{C}\dot{B}_k - \dot{D}\dot{A}_k)}{A\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 - \dot{C}_1 \right\}\dot{W}_{1k} \\ + \dot{C}_1\dot{C}_{1k} - \dot{R}_1\dot{R}_{1k} - \frac{(\dot{C}\dot{D}_k - \dot{D}\dot{C}_k)E_1^2 - 2jQ_L}{A\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 = 0. \end{aligned} \quad (3.4-8)$$

パワー表示用基線は

$$\begin{aligned} \left\{ \frac{1 + (\dot{B}\dot{C}_k - A\dot{D}_k)}{\dot{B}\dot{A}_k - A\dot{B}_k}E_1^2 - \dot{C}_{1k} \right\}\dot{W}_1 + \left\{ \frac{1 + (\dot{C}\dot{B}_k - \dot{D}\dot{A}_k)}{A\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 - \dot{C}_1 \right\}\dot{W}_{1k} \\ + \dot{C}_1\dot{C}_{1k} - \dot{R}_1\dot{R}_{1k} - \frac{\dot{C}\dot{D}_k - \dot{D}\dot{C}_k}{A\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k}E_1^4 = 0. \end{aligned} \quad (3.4-9)$$

目盛り尺として直線

$$\left\{ \frac{1 + (\dot{B}\dot{C}_k - \dot{A}\dot{D}_k)}{\dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k} E_1^2 - \dot{C}_{1k} \right\} \dot{W}_1 - \left\{ \frac{1 + (\dot{C}\dot{B}_k - \dot{D}\dot{A}_k)}{\dot{A}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k} E_1^2 - \dot{C}_1 \right\} \dot{W}_{1k} = 0 \quad (3.4-10)$$

を用いれば、零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1 Q_L}]_{Q_L=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_1 Q_L}]_{Q_L=0} = \frac{\dot{C}\dot{D}_k - \dot{D}\dot{C}_k E_1^4 - \dot{C}_1 \dot{C}_{1k} + \dot{R}_1 \dot{R}_{1k}}{2 \left\{ \frac{1 + (\dot{B}\dot{C}_k - \dot{A}\dot{D}_k)}{\dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k} E_1^2 - \dot{C}_{1k} \right\}} \quad (3.4-11)$$

単位目盛り長さ $S_{W_1 Q_L}$ は

$$S_{W_1 Q_L} = \left| \frac{-jE_1^2}{(\dot{A}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k) \left\{ \frac{1 + (\dot{B}\dot{C}_k - \dot{A}\dot{D}_k)}{\dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k} E_1^2 - \dot{C}_{1k} \right\}} \right| \quad (3.4-12)$$

\dot{C}_2 円線図用の Q_L 均等目盛り尺度も同様に求めることができる。

3. 5 端子電圧の実数部尺度および虚数部尺度

3. 5. 1 \dot{C}_1 円線図用の E_{2r} 尺度. E_1 と \dot{E}_1 を基準ベクトルとするときの \dot{E}_2 の実数部 E_{2r} が一定のとき \dot{W}_1 は,

$$\dot{B}\dot{W}_1 + \dot{B}_k \dot{W}_{1k} - (\dot{D} + \dot{D}_k) E_1^2 + 2E_1 E_{2r} = 0. \quad (3.5-1)$$

パワー表示用基線は

$$\dot{B}\dot{W}_1 + \dot{B}_k \dot{W}_{1k} - (\dot{D} + \dot{D}_k) E_1^2 = 0. \quad (3.5-2)$$

目盛り尺として直線

$$\dot{B}\dot{W}_1 - \dot{B}_k \dot{W}_{1k} = 0 \quad (3.5-3)$$

を用いれば零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1 E_{2r}}]_{E_{2r}=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_1 E_{2r}}]_{E_{2r}=0} = \frac{(\dot{D} + \dot{D}_k) E_1^2}{2\dot{B}} \quad (3.5-4)$$

単位目盛り長さ $S_{W_1 E_{2r}}$ は

$$S_{W_1 E_{2r}} = \left| -\frac{E_1}{\dot{B}} \right| \quad (3.5-5)$$

\dot{C}_2 円線図用の \dot{E}_2 を基準ベクトルに取ったときの \dot{E}_1 の実数部 E_{1r} の均等目盛り尺度も同様に求めることが出来る。

3. 5. 2 \dot{C}_1 円線図用の E_{2i} 尺度. E_1 と \dot{E}_1 を基準ベクトルに取るときの \dot{E}_2 の虚数部 E_{2i} が一定のとき \dot{W}_1 は

$$\dot{B}\dot{W}_1 - \dot{B}_k\dot{W}_{1k} - (\dot{D} - \dot{D}_k)E_1^2 + 2jE_1E_{2i} = 0. \quad (3.5-6)$$

パワー表示用基線は

$$\dot{B}\dot{W}_1 - \dot{B}_k\dot{W}_{1k} - (\dot{D} - \dot{D}_k)E_1^2 = 0. \quad (3.5-7)$$

目盛り尺として直線

$$\dot{B}\dot{W}_1 + \dot{B}_k\dot{W}_{1k} = 0 \quad (3.5-8)$$

を用いれば, 零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1E_{2i}}]_{E_{2i}=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_1E_{2i}}]_{E_{2i}=0} = \frac{(\dot{D} - \dot{D}_k)E_1^2}{2\dot{B}}. \quad (3.5-9)$$

単位目盛り長さ $S_{W_1E_{2i}}$ は

$$S_{W_1E_{2i}} = \left| \frac{-jE_1}{\dot{B}} \right|. \quad (3.5-10)$$

\dot{C}_2 円線図用の, \dot{E}_2 を基準ベクトルに取ったときの \dot{E}_1 の虚数部 E_{1i} の均等目盛り尺度も同様に求めることが出来る。

3. 6 端子電流の実数部尺度および虚数部尺度

3. 6. 1 \dot{C}_1 円線図用の I_{2r} 尺度. E_1 と \dot{E}_1 を基準ベクトルにとったときの \dot{I}_2 の実数部 I_{2r} が一定のとき \dot{W}_1 は,

$$\dot{A}\dot{W}_1 + \dot{A}_k\dot{W}_{1k} - (\dot{C} + \dot{C}_k)E_1^2 - 2E_1I_{2r} = 0. \quad (3.6-1)$$

パワー表示用基線は

$$\dot{A}\dot{W}_1 + \dot{A}_k\dot{W}_{1k} - (\dot{C} + \dot{C}_k)E_1^2 = 0. \quad (3.6-2)$$

目盛り尺として直線

$$\dot{A}\dot{W}_1 - \dot{A}_k\dot{W}_{1k} = 0 \quad (3.6-3)$$

を用いれば, 零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1I_{2r}}]_{I_{2r}=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_1I_{2r}}]_{I_{2r}=0} = \frac{(\dot{C} + \dot{C}_k)E_1^2}{2\dot{A}}. \quad (3.6-4)$$

単位目盛り長さ $S_{W_1 I_{2r}}$ は

$$S_{W_1 I_{2r}} = \left| \frac{E_1}{\dot{A}} \right|. \quad (3.6-5)$$

\dot{C}_2 円線図用の, \dot{E}_2 を基準ベクトルにとったときの \dot{I}_1 の実数部 I_{1r} の均等目盛り尺度も同様に求めることが出来る.

3. 6. 2 \dot{C}_1 円線図用の I_{2i} 尺度. E_1 と \dot{E}_1 を基準ベクトルにとったときの \dot{I}_2 の虚数部 I_{2i} が一定のとき \dot{W}_1 は

$$\dot{A}\dot{W}_1 - \dot{A}_k\dot{W}_{1k} - (\dot{C} - \dot{C}_k)E_1^2 - 2jE_1 I_{2i} = 0. \quad (3.6-6)$$

パワー表示用基線は

$$\dot{A}\dot{W}_1 - \dot{A}_k\dot{W}_{1k} - (\dot{C} - \dot{C}_k)E_1^2 = 0. \quad (3.6-7)$$

目盛り尺として直線

$$\dot{A}\dot{W}_1 + \dot{A}_k\dot{W}_{1k} = 0 \quad (3.6-8)$$

を用いれば, 零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1 I_{2i}}]_{I_{2i}=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_1 I_{2i}}]_{I_{2i}=0} = \frac{(\dot{C} - \dot{C}_k)E_1^2}{2\dot{A}}. \quad (3.6-9)$$

単位目盛り長さ $S_{W_1 I_{2i}}$ は

$$S_{W_1 I_{2i}} = \left| \frac{jE_1}{\dot{A}} \right|. \quad (3.6-10)$$

\dot{C}_2 円線図用の \dot{E}_2 を基準ベクトルに取つたときの \dot{I}_1 の虚数部 I_{1i} 均等目盛り尺度も同様に求めることが出来る.

3. 7 相互コンダクタンスの尺度および相互サセプタンスの尺度

3. 7. 1 \dot{C}_1 円線図用の送電端より見た相互コンダクタンス G_{21} 尺度. E_1 と G_{21} が一定のときの \dot{W}_1 は [(6), 式 (2.10-2)]

$$\dot{A}\dot{W}_1 + \dot{A}_k\dot{W}_{1k} - (\dot{C} + \dot{C}_k + 2G_{21})E_1^2 = 0. \quad (3.7-1)$$

パワー表示用基線は

$$\dot{A}\dot{W}_1 + \dot{A}_k\dot{W}_{1k} - (\dot{C} + \dot{C}_k)E_1^2 = 0. \quad (3.7-2)$$

目盛り尺として直線

$$\dot{A}\dot{W}_1 - \dot{A}_k\dot{W}_{1k} = 0 \quad (3.7-3)$$

を用いれば、零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1 G_{21}}]_{G_{21}=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_1 G_{21}}]_{G_{21}=0} = \frac{(\dot{C} + \dot{C}_k)E_1^2}{2\dot{A}}. \quad (3.7-4)$$

単位目盛りの長さ $S_{W_1 G_{21}}$ は

$$S_{W_1 G_{21}} = \left| \frac{E_1^2}{\dot{A}} \right|. \quad (3.7-5)$$

3.7.2 \dot{C}_1 円線図用の送電端より見た相互サセプタンス B_{21} の尺度. E_1 と B_{21} が一定のとき \dot{W}_1 は [(6), 式 (2.10-5)]

$$A\dot{W}_1 - \dot{A}_k \dot{W}_{1k} - (\dot{C} - \dot{C}_k + 2jB_{21})E_1^2 = 0. \quad (3.7-6)$$

パワー表示用基線は

$$A\dot{W}_1 - \dot{A}_k \dot{W}_{1k} - (\dot{C} - \dot{C}_k)E_1^2 = 0. \quad (3.7-7)$$

目盛り尺として直線

$$A\dot{W}_1 + \dot{A}_k \dot{W}_{1k} = 0 \quad (3.7-8)$$

を用いれば、零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1 B_{21}}]_{B_{21}=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_1 B_{21}}]_{B_{21}=0} = \frac{(\dot{C} - \dot{C}_k)E_1^2}{2\dot{A}}. \quad (3.7-9)$$

単位目盛りの長さ $S_{W_1 B_{21}}$ は

$$S_{W_1 B_{21}} = \left| \frac{jE_1^2}{\dot{A}} \right|. \quad (3.7-10)$$

3.7.3 \dot{C}_2 円線図用の G_{21} 尺度. この項ではしばらく原点を $-\frac{\dot{A}}{\dot{B}}E_2^2$ に移して取扱
かい, \dot{C}_2 円を

$$\dot{W}_2' \dot{W}_{2k}' - (\dot{C}_{2k}' \dot{W}_2' + \dot{C}_2' \dot{W}_{2k}') + \dot{C}_2' \dot{C}_{2k}' - \dot{R}_2 \dot{R}_{2k} = 0 \quad (3.7-11)$$

で表されるとする. E_2 と G_{21} が一定のとき \dot{W}_2' は [(6), 式 (2.10-12)]

$$\begin{aligned} \dot{W}_2' \dot{W}_{2k}' - \left(\frac{\dot{B}}{\dot{B}_k \dot{B} + \dot{B}_k - 2\dot{B}\dot{B}_k G_{21}} \dot{A}_k E_2^2 \dot{W}_2' + \frac{\dot{B}_k}{\dot{B} \dot{B} + \dot{B}_k - 2\dot{B}\dot{B}_k G_{21}} \dot{A} E_2^2 \dot{W}_{2k}' \right) \\ = 0. \end{aligned} \quad (3.7-12)$$

上の2円の2交点を過ぎる直線は

$$\left(\frac{\dot{B}}{\dot{B}_k \dot{B} + \dot{B}_k - 2\dot{B}\dot{B}_k G_{21}} \frac{\dot{A}_k E_2^2}{\dot{A}_k E_2^2} - \dot{C}_{2k}'\right) \dot{W}_{2'} + \left(\frac{\dot{B}_k}{\dot{B} \dot{B} + \dot{B}_k - 2\dot{B}\dot{B}_k G_{21}} \frac{\dot{A} E_2^2}{\dot{A} E_2^2} - \dot{C}_2'\right) \dot{W}_{2k}' + \dot{C}_2' \dot{C}_{2k}' - \dot{R}_2 \dot{R}_{2k} = 0. \quad (3.7-13)$$

この式は G_{21} をパラメーターとするとき、式(2.2-20)の型の直線群を表わす。よって G_{21} の均等目盛り尺度は根点と直線尺を持つ。根点 $\dot{T}_{W_2'G_{21}}$ は式(3.7-13)直線群の共有点であるが、これはこの直線群のうち特に $G_{21} = \infty$ の直線

$$\dot{C}_{2k}' \dot{W}_{2'} + \dot{C}_2' \dot{W}_{2k}' - \dot{C}_2' \dot{C}_{2k}' + \dot{R}_2 \dot{R}_{2k} = 0 \quad (3.7-13)$$

と直線群の交点として求めると計算が容易である。

$$\dot{T}_{W_2'G_{21}} = \frac{\dot{A}\dot{B}_k^2(\dot{C}_2' \dot{C}_{2k}' - \dot{R}_2 \dot{R}_{2k})}{\dot{A}\dot{B}_k^2 \dot{C}_{2k}' - \dot{B}^2 \dot{A}_k \dot{C}_2'}. \quad (3.7-14)$$

目盛り直線尺は式(3.7-13)直線と平行でかつ適当な間隔 l を持った直線

$$\dot{C}_{2k}' \dot{W}_{2'} + \dot{C}_2' \dot{W}_{2k}' - \dot{C}_2' \dot{C}_{2k}' + \dot{R}_2 \dot{R}_{2k} - 2l\sqrt{\dot{C}_2' \dot{C}_{2k}'} = 0 \quad (3.7-15)$$

で、その場合零目盛点 $[\dot{M}_{W_2'G_{21}}]_{G_{21}=0}$ は、上の目盛り尺と直線群との交点 $\dot{M}_{W_2'G_{21}}$ のうち特に $G_{21} = 0$ とおいた点で

$$[\dot{M}_{W_2'G_{21}}]_{G_{21}=0} = \dot{T}_{W_2'G_{21}} + \frac{2l\sqrt{\dot{C}_2' \dot{C}_{2k}'} \left\{ \dot{A}\dot{B}_k^2 - \frac{\dot{B}\dot{B}_k \dot{C}_2' (\dot{B} + \dot{B}_k)}{E_2^2} \right\}}{\dot{A}\dot{B}_k^2 \dot{C}_{2k}' - \dot{B}^2 \dot{A}_k \dot{C}_2'}. \quad (3.7-16)$$

単位目盛り長さ $S_{W_2'G_{21}}$ は

$$S_{W_2'G_{21}} = \left| \frac{\dot{M}_{W_2'G_{21}} - [\dot{M}_{W_2'G_{21}}]_{G_{21}=0}}{G_{21}} \right| = \left| \frac{4\sqrt{\dot{C}_2' \dot{C}_{2k}'} \dot{B}^2 \dot{B}_k^2 \dot{C}_2' l}{E_2^2 (\dot{A}\dot{B}_k^2 \dot{C}_{2k}' - \dot{B}^2 \dot{A}_k \dot{C}_2')} \right|. \quad (3.7-17)$$

この後の尺度も上と同じ手順で求めるから結果だけを示す。

3.7.4 \dot{C}_2 円線図用の B_{21} 尺度. 原点を $-\frac{\dot{A}}{\dot{B}} E_2^2$ に移して取り扱かう。 E_2 と B_{21} が一定のとき $\dot{W}_{2'}$ は [(6). 式(2.10-15)]

$$\begin{aligned} \dot{W}_2' \dot{W}_{2k}' - \left\{ \frac{\dot{B}}{\dot{B}_k} \frac{\dot{A} E_2^2}{2j \dot{B} \dot{B}_k B_{21} + (\dot{B} - \dot{B}_k)} \dot{W}_2' \right. \\ \left. + \frac{\dot{B}_k}{\dot{B}} \frac{\dot{A} E_2^2}{-2j \dot{B} \dot{B}_k B_{21} + (\dot{B}_k - \dot{B})} \dot{W}_{2k}' \right\} = 0. \end{aligned} \quad (3.7-18)$$

この円と \dot{C}_2' 円との2交点を過ぎる直線は

$$\begin{aligned} \left\{ \frac{\dot{B}}{\dot{B}_k} \frac{\dot{A} E_2^2}{2j \dot{B} \dot{B}_k B_{21} + (\dot{B} - \dot{B}_k)} - \dot{C}_{2k}' \right\} \dot{W}_2' \\ + \left\{ \frac{\dot{B}_k}{\dot{B}} \frac{\dot{A} E_2^2}{-2j \dot{B} \dot{B}_k B_{21} + (\dot{B}_k - \dot{B})} - \dot{C}_2' \right\} \dot{W}_{2k}' + \dot{C}_2' \dot{C}_{2k}' - \dot{R}_2 \dot{R}_{2k} = 0. \end{aligned} \quad (3.7-19)$$

この直線群のうち特に $B_{21} = \infty$ の直線は

$$\dot{C}_{2k}' \dot{W}_2' + \dot{C}_2' \dot{W}_{2k}' - \dot{C}_2' \dot{C}_{2k}' + \dot{R}_2 \dot{R}_{2k} = 0. \quad (3.7-20)$$

根点 $\dot{T}_{W_2' B_{21}}$ は

$$\dot{T}_{W_2' B_{21}} = \frac{\dot{A} \dot{B}_k^2 (\dot{C}_2' \dot{C}_{2k}' - \dot{R}_2 \dot{R}_{2k})}{\dot{A} \dot{B}_k^2 \dot{C}_{2k}' + \dot{B}^2 \dot{A} \dot{C}_2'}. \quad (3.7-21)$$

目盛り直線尺は

$$\dot{C}_{2k}' \dot{W}_2' + \dot{C}_2' \dot{W}_{2k}' - \dot{C}_2' \dot{C}_{2k}' + \dot{R}_2 \dot{R}_{2k} - 2l \sqrt{\dot{C}_2' \dot{C}_{2k}'} = 0. \quad (3.7-22)$$

零目盛り点 $[\dot{M}_{W_2' B_{21}}]_{B_{21}=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_2' B_{21}}]_{B_{21}=0} = \dot{T}_{W_2' B_{21}} + \frac{2l \sqrt{\dot{C}_2' \dot{C}_{2k}'} \left\{ \dot{A} \dot{B}_k^2 + \frac{\dot{B} \dot{B}_k \dot{C}_2' (\dot{B} - \dot{B}_k)}{E_2^2} \right\}}{\dot{A} \dot{B}_k^2 \dot{C}_{2k}' + \dot{A}_k \dot{B}^2 \dot{C}_2'}. \quad (3.7-23)$$

単位目盛り長さ $S_{W_2' B_{21}}$ は

$$S_{W_2' B_{21}} = \left| \frac{4j \sqrt{\dot{C}_2' \dot{C}_{2k}'} \dot{B}^2 \dot{B}_k^2 l}{E_2^2 (\dot{A} \dot{B}_k^2 \dot{C}_{2k}' + \dot{A}_k \dot{B}^2 \dot{C}_2')} \right|. \quad (3.7-24)$$

3. 8 相互抵抗の尺度および相互リアクタンスの尺度

3. 8. 1 \dot{C}_1 円線図用の送電端より見た相互抵抗 R_{21} 尺度. 原点を $\frac{\dot{C}}{A} E_1^2$ に移して取り扱いかい \dot{W}_1' 数平面と呼ぶこととする. また \dot{C}_1 円を \dot{W}_1' 数平面に改めた方程式を

$$\dot{W}_1' \dot{W}_{1k}' - (\dot{C}_{1k}' \dot{W}_1' + \dot{C}_1' \dot{W}_{1k}') + \dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} = 0 \quad (3.8-1)$$

であるとする。 E_1 と R_{21} が一定の時 \dot{W}_1' は [(6). 式 (2.11-5)]

$$\dot{W}_1' \dot{W}_{1k}' - \left(\frac{E_1^2}{2\dot{A}_k R_{21}} \dot{W}_1' + \frac{E_1^2}{2\dot{A} R_{21}} \dot{W}_{1k}' \right) = 0. \quad (3.8-2)$$

上の2円の2交点を過ぎる直線は

$$\left(\frac{E_1^2}{2\dot{A}_k R_{21}} - \dot{C}_{1k}' \right) \dot{W}_1' + \left(\frac{E_1^2}{2\dot{A} R_{21}} - \dot{C}_1' \right) \dot{W}_{1k}' + \dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} = 0. \quad (3.8-3)$$

この直線群のうち特に $R_{21} = \infty$ の直線は

$$\dot{C}_{1k}' \dot{W}_1' + \dot{C}_1' \dot{W}_{1k}' - \dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' + \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} = 0. \quad (3.8-4)$$

根点 $\dot{T}_{W_1' R_{21}}$ は

$$\dot{T}_{W_1' R_{21}} = \frac{\dot{A}_k (\dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k})}{\dot{A}_k \dot{C}_{1k}' - \dot{A} \dot{C}_1'}. \quad (3.8-5)$$

目盛り直線尺は

$$\dot{C}_{1k}' \dot{W}_1' + \dot{C}_1' \dot{W}_{1k}' - \dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' + \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} - 2\sqrt{\dot{C}_1' \dot{C}_{1k}'} = 0. \quad (3.8-6)$$

零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1' R_{21}}]_{R_{21}=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_1' R_{21}}]_{R_{21}=0} = \dot{T}_{W_1' R_{21}} + \frac{2\sqrt{\dot{C}_1' \dot{C}_{1k}'} \dot{A}_k}{\dot{A}_k \dot{C}_{1k}' - \dot{A} \dot{C}_1'}. \quad (3.8-7)$$

単位目盛り長さ $S_{W_1' R_{21}}$ は

$$S_{W_1' R_{21}} = \left| \frac{4\sqrt{\dot{C}_1' \dot{C}_{1k}'} \dot{A}_k \dot{C}_1' l}{E_1^2 (\dot{A} \dot{C}_1' - \dot{A}_k \dot{C}_{1k}')} \right|. \quad (3.8-8)$$

\dot{C}_2 円線図用の R_{21} 均等目盛り尺度もこの例と同じ手順で求めることが出来る。

3. 8. 2 \dot{C}_1 円線図用の送電端より見た相互リアクタンス X_{21} の尺度. 原点を $\frac{\dot{C}}{\dot{A}} E_1^2$ に移して取り扱おう. E_1 と X_{21} が一定のとき \dot{W}_1' は [(6). 式 (2.11-8)]

$$\dot{W}_1' \dot{W}_{1k}' - \left(\frac{E_1^2}{-2j\dot{A}_k X_{21}} \dot{W}_1' + \frac{E_1^2}{2j\dot{A} X_{21}} \dot{W}_{1k}' \right) = 0. \quad (3.8-9)$$

この円と \dot{C}_1 円との2交点を過ぎる直線は

$$\left(\frac{E_1}{-2j\dot{A}_k X_{21}} - \dot{C}_{1k}'\right)\dot{W}_{1'} + \left(\frac{E_1}{2j\dot{A}_k X_{21}} - \dot{C}_{1'}\right)\dot{W}_{1k}' + \dot{C}_1 \dot{C}_{1k}' - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} = 0. \quad (3.8-10)$$

この直線群のうち特に $X_{21} = \infty$ の直線は

$$\dot{C}_{1k}'\dot{W}_{1'} + \dot{C}_1 \dot{W}_{1k}' - \dot{C}_1 \dot{C}_{1k}' + \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} = 0. \quad (3.8-11)$$

根点 $\dot{T}_{W_{1'} X_{21}}$ は

$$\dot{T}_{W_{1'} X_{21}} = \frac{\dot{A}_k(\dot{C}_1 \dot{C}_{1k}' - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k})}{\dot{A}_k \dot{C}_{1k}' + \dot{A} \dot{C}_1'}. \quad (3.8-12)$$

目盛り直線尺は

$$\dot{C}_{1k}'\dot{W}_{1'} + \dot{C}_1 \dot{W}_{1k}' - \dot{C}_1 \dot{C}_{1k}' + \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} - 2\sqrt{\dot{C}_1 \dot{C}_{1k}'} = 0. \quad (3.8-13)$$

零目盛り点 $[\dot{M}_{W_{1'} X_{21}}]_{X_{21}=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_{1'} X_{21}}]_{X_{21}=0} = \dot{T}_{W_{1'} X_{21}} + \frac{2\sqrt{\dot{C}_1 \dot{C}_{1k}'} \dot{A}_k}{\dot{A}_k \dot{C}_{1k}' + \dot{A} \dot{C}_1'}. \quad (3.8-14)$$

単位目盛り長さ $S_{W_{1'} X_{21}}$ は

$$S_{W_{1'} X_{21}} = \left| \frac{-4j\sqrt{\dot{C}_1 \dot{C}_{1k}'} \dot{A}_k \dot{A}_k \dot{C}_1' / l}{E_1^2 (\dot{A}_k \dot{C}_{1k}' + \dot{A} \dot{C}_1')} \right|. \quad (3.8-15)$$

\dot{C}_2 円線図用の X_{21} 均等目盛り尺度もこれと同一手順で求めることができる。

3. 9 送電能率の尺度

\dot{C}_1 円線図用の送電能率 η 均等目盛り尺度を求める。 E_1 と η が一定のとき \dot{W}_1 は〔(6)式 (2.6-3)〕

$$\begin{aligned} \dot{W}_1 \dot{W}_{1k} - \left(\frac{\dot{A} \dot{D}_k + \dot{B} \dot{C}_k - \eta E_1^2 \dot{W}_1}{\dot{A} \dot{B}_k + \dot{B} \dot{A}_k} + \frac{\dot{D} \dot{A}_k + \dot{C} \dot{B}_k - \eta E_1^2 \dot{W}_{1k}}{\dot{A} \dot{B}_k + \dot{B} \dot{A}_k} \right) \\ + \frac{\dot{C} \dot{D}_k + \dot{D} \dot{C}_k}{\dot{A} \dot{B}_k + \dot{B} \dot{A}_k} E_1^4 = 0. \end{aligned} \quad (3.9-1)$$

この円と \dot{C}_1 円との2交点を過ぎる直線は

$$\begin{aligned} & \left(\frac{\dot{A}\dot{D}_k + \dot{B}\dot{C}_k - \eta E_1^2 - \dot{C}_1}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} E_1^2 - \dot{C}_1 \right) \dot{W}_1 + \left(\frac{\dot{D}\dot{A}_k + \dot{C}\dot{B}_k - \eta E_1^2 - \dot{C}_1}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} E_1^2 - \dot{C}_1 \right) \dot{W}_{1k} \\ & + \dot{C}_1 \dot{C}_{1k} - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} - \frac{\dot{C}\dot{D}_k + \dot{D}\dot{C}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} E_1^4 = 0. \end{aligned} \quad (3.9-2)$$

この直線群のうち特に $\eta = \infty$ の直線は

$$\dot{W}_1 + \dot{W}_{1k} = 0. \quad (3.9-3)$$

根点 $\dot{T}_{W_1\eta}$ は

$$\dot{T}_{W_1\eta} = \frac{\frac{\dot{C}\dot{D}_k + \dot{D}\dot{C}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} E_1^4 - \dot{C}_1 \dot{C}_{1k} + \dot{R}_1 \dot{R}_{1k}}{\frac{\dot{A}\dot{D}_k - \dot{D}\dot{A}_k + \dot{B}\dot{C}_k - \dot{C}\dot{B}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} E_1^2 - (\dot{C}_{1k} - \dot{C}_1)}. \quad (3.9-4)$$

目盛り直線尺は

$$\dot{W}_1 + \dot{W}_{1k} - 2l = 0. \quad (3.9-5)$$

零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1\eta}]_{\eta=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_1\eta}]_{\eta=0} = \dot{T}_{W_1\eta} - \frac{2l \left(\frac{\dot{D}\dot{A}_k + \dot{C}\dot{B}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} E_1^2 - \dot{C}_1 \right)}{\frac{\dot{A}\dot{D}_k - \dot{D}\dot{A}_k + \dot{B}\dot{C}_k - \dot{C}\dot{B}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} E_1^2 - (\dot{C}_{1k} - \dot{C}_1)}. \quad (3.9-6)$$

単位目盛り長さ $S_{W_1\eta}$ は

$$S_{W_1\eta} = \left| \frac{2E_1^2 l}{(\dot{A}\dot{D}_k - \dot{D}\dot{A}_k + \dot{B}\dot{C}_k - \dot{C}\dot{B}_k) E_1^2 - (\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k)(\dot{C}_{1k} - \dot{C}_1)} \right|. \quad (3.9-7)$$

\dot{C}_2 円線図用の η 均等目盛り尺度も上とほぼ同一手順で求めることが出来るが計算はこの場合よりやや繁雑である。 \dot{C}_2 円線図用の場合は先づ $\frac{1}{\eta}$ の尺度を求め、2.2節の最後に示してある逆数尺度の求め方によって η の尺度を求めるがよい。

3. 10 実効コンダクタンスの尺度および実効サセプタンスの尺度

3. 10. 1 \dot{C}_1 円線図用の受電端コンダクタンス G_2 尺度. 原点を $\frac{\dot{D}}{B} E_1^2$ に移して取扱
かい \dot{W}'_1 数平面とよぶこととする. E_1 と G_2 が一定のとき \dot{W}'_1 は [(6). 式 (2.7-5)]

$$\begin{aligned} \dot{W}_1' \dot{W}_{1k}' + \left(\frac{\dot{B}}{\dot{B}_k \dot{A} \dot{B}_k + \dot{B} \dot{A}_k + 2 \dot{B} \dot{B}_k G_2} E_1^2 \dot{W}_1' \right. \\ \left. + \frac{\dot{B}_k}{\dot{B} \dot{A} \dot{B}_k + \dot{B} \dot{A}_k + 2 \dot{B} \dot{B}_k G_2} E_1^2 \dot{W}_{1k}' \right) = 0. \end{aligned} \quad (3.10-1)$$

\dot{C}_1 円を \dot{W}_1' 数平面で

$$\dot{W}_1' \dot{W}_{1k}' - (\dot{C}_{1k}' \dot{W}_1' + \dot{C}_1' \dot{W}_{1k}') + \dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} = 0 \quad (3.10-2)$$

と表されるとすれば, この2円の2交点を過ぎる直線は

$$\begin{aligned} \left(\frac{\dot{B}}{\dot{B}_k \dot{A} \dot{B}_k + \dot{B} \dot{A}_k + 2 \dot{B} \dot{B}_k G_2} E_1^2 + \dot{C}_{1k}' \right) \dot{W}_1' \\ + \left(\frac{\dot{B}_k}{\dot{B} \dot{A} \dot{B}_k + \dot{B} \dot{A}_k + 2 \dot{B} \dot{B}_k G_2} E_1^2 + \dot{C}_1' \right) \dot{W}_{1k}' - \dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' + \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} = 0. \end{aligned} \quad (3.10-3)$$

この直線群のうち特に $G_2 = \infty$ の直線は

$$\dot{C}_{1k}' \dot{W}_1' + \dot{C}_1' \dot{W}_{1k}' - \dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' + \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} = 0. \quad (3.10-4)$$

根点 $\dot{T}_{W_1'G_2}$ は

$$\dot{T}_{W_1'G_2} = \frac{\dot{B}_k^2 (\dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k})}{\dot{B}_k^2 \dot{C}_{1k}' - \dot{B}^2 \dot{C}_1'}. \quad (3.10-5)$$

目盛り直線尺は

$$\dot{C}_{1k}' \dot{W}_1' + \dot{C}_1' \dot{W}_{1k}' - \dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' + \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} - 2\sqrt{\dot{C}_1' \dot{C}_{1k}'} = 0. \quad (3.10-6)$$

零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1'G_2}]_{G_2=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_1'G_2}]_{G_2=0} = \dot{T}_{W_1'G_2} + \frac{2\sqrt{\dot{C}_1' \dot{C}_{1k}'} \left\{ \dot{B}_k^2 + \dot{B} \dot{B}_k \frac{\dot{C}_1' (\dot{A} \dot{B}_k + \dot{B} \dot{A}_k)}{E_1^2} \right\}}{\dot{B}_k^2 \dot{C}_{1k}' - \dot{B}^2 \dot{C}_1'}. \quad (3.10-7)$$

単位目盛り長さ $S_{W_1'G_2}$ は

$$S_{W_1'G_2} = \left| \frac{4\sqrt{\dot{C}_1' \dot{C}_{1k}'} \dot{B}^2 \dot{B}_k^2 \dot{C}_1' l}{E_1^2 (\dot{B}_k^2 \dot{C}_{1k}' - \dot{B}^2 \dot{C}_1')} \right|. \quad (3.10-8)$$

\dot{C}_2 円線図用の送電端実効コンダクタンス G_1 均等目盛り尺度もこれと同一手順で求めることが出来る。

3. 10. 2 \dot{C}_1 円線図用の受電端サセプタンス B_2 尺度. 本項でも原点を $\frac{\dot{D}}{B}E_1^2$ に移して取扱かう. E_1 と B_2 が一定であるとき \dot{W}_1' は [(6). 式 (2.7—8)]

$$\begin{aligned} \dot{W}_1' \dot{W}_{1k}' - \left(\frac{\dot{B}}{\dot{B}_k \dot{A} \dot{B}_k - \dot{B} \dot{A}_k + 2j \dot{B} \dot{B}_k B_2} E_1^2 \dot{W}_1' \right. \\ \left. + \frac{\dot{B}_k}{\dot{B}} \frac{E_1^2}{\dot{B} \dot{A}_k - \dot{A} \dot{B}_k - 2j \dot{B} \dot{B}_k B_2} \dot{W}_{1k}' \right) = 0. \end{aligned} \quad (3.10-9)$$

この円と式 (3.10-2) 円との 2 交点を過ぎる直線は

$$\begin{aligned} \left(\frac{\dot{B}}{\dot{B}_k \dot{A} \dot{B}_k - \dot{B} \dot{A}_k + 2j \dot{B} \dot{B}_k B_2} E_1^2 - \dot{C}_{1k}' \right) \dot{W}_1' \\ + \left(\frac{\dot{B}_k}{\dot{B}} \frac{E_1^2}{\dot{B} \dot{A}_k - \dot{A} \dot{B}_k - 2j \dot{B} \dot{B}_k B_2} - \dot{C}_1' \right) \dot{W}_{1k}' + \dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} = 0. \end{aligned} \quad (3.10-10)$$

この直線群のうち $B_2 = \infty$ の直線は

$$\dot{C}_{1k}' \dot{W}_1' + \dot{C}_1' \dot{W}_{1k}' - \dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' + \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} = 0. \quad (3.10-11)$$

根点 $\dot{T}_{W_1' B_2}$ は

$$\dot{T}_{W_1' B_2} = \frac{\dot{B}_k^2 (\dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k})}{\dot{B}_k^2 \dot{C}_{1k}' + \dot{B}^2 \dot{C}_1'}. \quad (3.10-12)$$

目盛り直線尺は

$$\dot{C}_{1k}' \dot{W}_1' + \dot{C}_1' \dot{W}_{1k}' - \dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' + \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} - 2\sqrt{\dot{C}_1' \dot{C}_{1k}'} = 0. \quad (3.10-13)$$

零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1' B_2}]_{B_2=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_1' B_2}]_{B_2=0} = \dot{T}_{W_1' B_2} + \frac{2\sqrt{\dot{C}_1' \dot{C}_{1k}'} \left\{ \dot{B}_k^2 + \dot{B} \dot{B}_k \frac{\dot{C}_1' (\dot{A} \dot{B}_k - \dot{B} \dot{A}_k)}{E_1^2} \right\}}{\dot{B}^2 \dot{C}_1' + \dot{B}_k^2 \dot{C}_{1k}'}. \quad (3.10-14)$$

単位目盛り長さ $S_{W_1' B_2}$ は

$$S_{W_1' B_2} = \frac{\left| 4j \sqrt{\dot{C}_1' \dot{C}_{1k}'} \dot{B}^2 \dot{B}_k^2 \dot{C}_1' \right|}{E_1^2 (\dot{B}^2 \dot{C}_1' + \dot{B}_k^2 \dot{C}_{1k}')}. \quad (3.10-15)$$

\dot{C}_2 円線図用の送電端実効サセプタンス B_1 均等目盛り尺度もこれと同一手順で求めることが出来る。

3. 11 実効抵抗の尺度および実効リアクタンスの尺度

3. 11. 1 \dot{C}_1 円線図用の受電端実効抵抗 R_2 尺度. 本項では原点を $\frac{\dot{C}}{A}E_1^2$ に移して取扱かい, これを \dot{W}_1' 数平面とよぶこととする. このとき \dot{C}_1 円は

$$\dot{W}_1' \dot{W}_{1k}' - (\dot{C}_{1k}' \dot{W}_1' + \dot{C}_1' \dot{W}_{1k}') + \dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} = 0 \quad (3.11-1)$$

と表されるものとする. E_1 と R_2 が一定のとき \dot{W}_1' は [(6). 式 (2.8-5)]

$$\begin{aligned} \dot{W}_1' \dot{W}_{1k}' - \left(\frac{\dot{A}}{\dot{A}_k} \frac{E_1^2}{\dot{A} \dot{B}_k + \dot{B} \dot{A}_k + 2 \dot{A} \dot{A}_k R_2} \dot{W}_1' \right. \\ \left. + \frac{\dot{A}_k}{\dot{A}} \frac{E_1^2}{\dot{A} \dot{B}_k + \dot{B} \dot{A}_k + 2 \dot{A} \dot{A}_k R_2} \dot{W}_{1k}' \right) = 0. \end{aligned} \quad (3.11-2)$$

この2円の2交点を過ぎる直線は

$$\begin{aligned} \left(\frac{\dot{A}}{\dot{A}_k} \frac{E_1^2}{\dot{A} \dot{B}_k + \dot{B} \dot{A}_k + 2 \dot{A} \dot{A}_k R_2} - \dot{C}_{1k}' \right) \dot{W}_1' \\ + \left(\frac{\dot{A}_k}{\dot{A}} \frac{E_1^2}{\dot{A} \dot{B}_k + \dot{B} \dot{A}_k + 2 \dot{A} \dot{A}_k R_2} - \dot{C}_1' \right) \dot{W}_{1k}' + \dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} = 0. \end{aligned} \quad (3.11-3)$$

この直線群のうち $R_2 = \infty$ の直線は

$$\dot{C}_{1k}' \dot{W}_1' + \dot{C}_1' \dot{W}_{1k}' - \dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' + \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} = 0. \quad (3.11-4)$$

根点 $\dot{T}_{W_1' R_2}$ は

$$\dot{T}_{W_1' R_2} = \frac{\dot{A}_k^2 (\dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k})}{\dot{A}_k^2 \dot{C}_{1k}' - \dot{A}^2 \dot{C}_1'}. \quad (3.11-5)$$

目盛り直線尺は

$$\dot{C}_{1k}' \dot{W}_1' + \dot{C}_1' \dot{W}_{1k}' - \dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' + \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} - 2 \sqrt{\dot{C}_1' \dot{C}_{1k}'} = 0. \quad (3.11-6)$$

零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1' R_2}]_{R_2=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_1' R_2}]_{R_2=0} = \dot{T}_{W_1' R_2} + \frac{2 \sqrt{\dot{C}_1' \dot{C}_{1k}'} \left\{ \dot{A}_k^2 - \frac{\dot{A} \dot{A}_k \dot{C}_1' (\dot{A} \dot{B}_k + \dot{B} \dot{A}_k)}{E_1^2} \right\}}{\dot{A}_k^2 \dot{C}_{1k}' - \dot{A}^2 \dot{C}_1'}. \quad (3.11-7)$$

単位目盛り長さ $S_{W_1'R_2}$ は

$$S_{W_1'R_2} = \left| \frac{-4\sqrt{\dot{C}_1'\dot{C}_{1k}'}\dot{A}^2\dot{A}_k^2\dot{C}_1'l}{E_1^2(\dot{A}_k^2\dot{C}_{1k}' - \dot{A}^2\dot{C}_1')} \right|. \quad (3.11-8)$$

\dot{C}_2 円線図用の送電端実効抵抗 R_1 均等目盛り尺度もこれと同一手順で求めることができる。

3. 11. 2 \dot{C}_1 円線図用の受電端実効リアクタンス X_2 尺度. 本項においても原点を $\frac{\dot{C}}{\dot{A}}E_1^2$ に移して取り扱かう. E_1 と X_2 が一定のとき \dot{W}_1' は [(6). 式 (2.8-8)]

$$\begin{aligned} \dot{W}_1'\dot{W}_{1k}' - \left(\frac{\dot{A}}{\dot{A}_k\dot{A}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k - 2j\dot{A}\dot{A}_kX_2} E_1^2 \dot{W}_1' \right. \\ \left. + \frac{\dot{A}_k}{\dot{A}\dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k + 2j\dot{A}\dot{A}_kX_2} E_1^2 \dot{W}_{1k}' \right) = 0. \end{aligned} \quad (3.11-9)$$

この円と式 (3.11-1) 円との2交点を過ぎる直線は

$$\begin{aligned} \left(\frac{\dot{A}}{\dot{A}_k\dot{A}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k - 2j\dot{A}\dot{A}_kX_2} E_1^2 - \dot{C}_{1k}' \right) \dot{W}_1' \\ + \left(\frac{\dot{A}_k}{\dot{A}\dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k + 2j\dot{A}\dot{A}_kX_2} E_1^2 - \dot{C}_1' \right) \dot{W}_{1k}' + \dot{C}_1'\dot{C}_{1k}' - \dot{R}_1\dot{R}_{1k} = 0 \end{aligned} \quad (3.11-10)$$

この直線群のうち $X_2 = \infty$ の直線は

$$\dot{C}_{1k}'\dot{W}_1' + \dot{C}_1'\dot{W}_{1k}' - \dot{C}_1'\dot{C}_{1k}' + \dot{R}_1\dot{R}_{1k} = 0. \quad (3.11-11)$$

根点 $\dot{T}_{W_1'X_2}$ は

$$\dot{T}_{W_1'X_2} = \frac{\dot{A}_k^2(\dot{C}_1'\dot{C}_{1k}' - \dot{R}_1\dot{R}_{1k})}{\dot{A}^2\dot{C}_1' + \dot{A}_k^2\dot{C}_{1k}'}. \quad (3.11-12)$$

目盛り直線尺は

$$\dot{C}_{1k}'\dot{W}_1' + \dot{C}_1'\dot{W}_{1k}' - \dot{C}_1'\dot{C}_{1k}' + \dot{R}_1\dot{R}_{1k} - 2l\sqrt{\dot{C}_1'\dot{C}_{1k}'} = 0. \quad (3.11-13)$$

零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1'X_2}]_{X_2=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_1'X_2}]_{X_2=0} = \dot{T}_{W_1'X_2} + \frac{2l\sqrt{\dot{C}_1'\dot{C}_{1k}'} \left\{ \dot{A}_k^2 + \frac{\dot{A}\dot{A}_k\dot{C}_1'(\dot{A}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k)}{E_1^2} \right\}}{\dot{A}^2\dot{C}_1' + \dot{A}_k^2\dot{C}_{1k}'}. \quad (3.11-14)$$

単位目盛り長さ $S_{W_1'X_2}$ は

$$S_{W_1'X_2} = \left| \frac{-4j\sqrt{\dot{C}_1'\dot{C}_{1k}'A^2\dot{A}_k^2\dot{C}_1'l}}{E_1^2(\dot{A}^2\dot{C}_1' + \dot{A}_k^2\dot{C}_{1k}')} \right|. \quad (3.11-15)$$

\dot{C}_2 円線図用の送電端実効リアクタンス X_1 均等目盛り尺度もこれと同一手順で求めることが出来る。

3. 12 実効アドミッタンスの二乗量尺度および実効アドミッタンスの偏角尺度

3. 12. 1 \dot{C}_1 円線図用の受電端実効アドミッタンスの二乗 Y_2^2 尺度. 本項においては原点を $\frac{\dot{D}}{B}E_1^2$ に移して取り扱いかい \dot{W}_1' 数平面とよぶこととする. E_1 と Y_2 が一定のとき \dot{W}_1' は, [(6). 式 (2.9-5)]

$$\begin{aligned} \dot{W}_1'\dot{W}_{1k}' - \left(\frac{\dot{A}}{\dot{B}_k\dot{B}\dot{B}_kY_2^2 - \dot{A}\dot{A}_k} \frac{E_1^2}{\dot{B}} \dot{W}_1' + \frac{\dot{A}_k}{\dot{B}} \frac{E_1^2}{\dot{B}\dot{B}_kY_2^2 - \dot{A}\dot{A}_k} \dot{W}_{1k}' \right) \\ - \frac{E_1^4}{\dot{B}\dot{B}_k(\dot{B}\dot{B}_kY_2^2 - \dot{A}\dot{A}_k)} = 0. \end{aligned} \quad (3.12-1)$$

この円と式 (3.10-2) 円との2交点を過ぎる直線は

$$\begin{aligned} \left(\frac{\dot{A}}{\dot{B}_k\dot{B}\dot{B}_kY_2^2 - \dot{A}\dot{A}_k} \frac{E_1^2}{\dot{B}} - \dot{C}_{1k}' \right) \dot{W}_1' + \left(\frac{\dot{A}_k}{\dot{B}} \frac{E_1^2}{\dot{B}\dot{B}_kY_2^2 - \dot{A}\dot{A}_k} - \dot{C}_1' \right) \dot{W}_{1k}' \\ + \frac{E_1^4}{\dot{B}\dot{B}_k(\dot{B}\dot{B}_kY_2^2 - \dot{A}\dot{A}_k)} + \dot{C}_1'\dot{C}_{1k}' - \dot{R}_1\dot{R}_{1k} = 0. \end{aligned} \quad (3.12-2)$$

この直線群のうち $Y_2^2 = \infty$ の直線は

$$\dot{C}_{1k}'\dot{W}_1' + \dot{C}_1'\dot{W}_{1k}' - \dot{C}_1'\dot{C}_{1k}' + \dot{R}_1\dot{R}_{1k} = 0. \quad (3.12-3)$$

根点 $\dot{T}_{W_1'Y_2}$ は

$$\dot{T}_{W_1'Y_2} = \frac{\dot{C}_1'E_1^2 + \dot{A}_k\dot{B}_k(\dot{C}_1'\dot{C}_{1k}' - \dot{R}_1\dot{R}_{1k})}{\dot{A}_k\dot{B}_k\dot{C}_{1k}' - \dot{A}\dot{B}\dot{C}_1'}. \quad (3.12-4)$$

目盛り直線尺は

$$\dot{C}_{1k}'\dot{W}_1' + \dot{C}_1'\dot{W}_{1k}' - \dot{C}_1'\dot{C}_{1k}' + \dot{R}_1\dot{R}_{1k} - 2l\sqrt{\dot{C}_1'\dot{C}_{1k}'} = 0. \quad (3.12-5)$$

零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1'Y_2}]_{Y_2=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_1'Y_2}]_{Y_2=0} = \dot{T}_{W_1'Y_2} + \frac{2l\sqrt{\dot{C}_1'\dot{C}_{1k}'}\left(\dot{A}_k\dot{B}_k + \frac{\dot{A}\dot{A}_k\dot{B}\dot{B}_k\dot{C}_1'}{E_1^2}\right)}{\dot{A}_k\dot{B}_k\dot{C}_{1k}' - \dot{A}\dot{B}\dot{C}_1'}. \quad (3.12-6)$$

単位目盛りの長さ $S_{W_1'Y_2}$ は

$$S_{W_1'Y_2} = \left| \frac{2\sqrt{\dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' \dot{B}^2 \dot{B}_k^2 \dot{C}_1' l}}{E_1^2 (\dot{A} \dot{B} \dot{C}_1' - \dot{A}_k \dot{B}_k \dot{C}_{1k}')} \right| \quad (3.12-7)$$

\dot{C}_2 円線図用の送電端実効アドミッタンスの二乗 Y_1^2 均等目盛り尺度もこれと同一手順で求めることができる。

3. 12. 2 \dot{C}_1 円線図用の受電端実効アドミッタンスの偏角 θ_2 尺度. 本項においても原点を $\frac{\dot{D}}{\dot{B}} E_1^2$ に移して取り扱おう. E_1 と θ_2 が一定のとき \dot{W}_1' は [(6). 式 (2.9-8)]

$$\begin{aligned} \dot{W}_1' \dot{W}_{1k}' - \left(\frac{\dot{B}}{\dot{B}_k} \frac{E_1^2 \epsilon^{j\theta_2}}{\dot{A} \dot{B}_k \epsilon^{-j\theta_2} - \dot{B} \dot{A}_k \epsilon^{j\theta_2}} \dot{W}_1' \right. \\ \left. + \frac{\dot{B}_k}{\dot{B}} \frac{E_1^2 \epsilon^{-j\theta_2}}{\dot{B} \dot{A}_k \epsilon^{j\theta_2} - \dot{A} \dot{B}_k \epsilon^{-j\theta_2}} \dot{W}_{1k}' \right) = 0. \end{aligned} \quad (3.12-8)$$

この円と式 (3.10-2) 円との 2 交点を過ぎる直線は

$$\begin{aligned} \left(\frac{\dot{B}}{\dot{B}_k} \frac{E_1^2 \epsilon^{j\theta_2}}{\dot{A} \dot{B}_k \epsilon^{-j\theta_2} - \dot{B} \dot{A}_k \epsilon^{j\theta_2}} - \dot{C}_{1k}' \right) \dot{W}_1' \\ + \frac{\dot{B}_k}{\dot{B}} \frac{E_1^2 \epsilon^{-j\theta_2}}{\dot{B} \dot{A}_k \epsilon^{j\theta_2} - \dot{A} \dot{B}_k \epsilon^{-j\theta_2}} - \dot{C}_1' \dot{W}_{1k}' + \dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} = 0. \end{aligned} \quad (3.12-9)$$

これは θ_2 をパラメーターとすると式 (2.4-15) の型の直線群であって共有点を持っている. 式 (2.4-8), (2.4-9) で示した方法あるいは便法として示した方法で共有点 $\dot{T}_{W_1'\theta_2}$ を求めれば

$$\dot{T}_{W_1'\theta_2} = \frac{\dot{A}_k \dot{B}_k (\dot{C}_1' \dot{C}_{1k}' - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k})}{\dot{A} \dot{B} \dot{C}_1' + \dot{A}_k \dot{B}_k \dot{C}_{1k}' + E_1^2} \quad (3.12-10)$$

しかして直線群の方向はベクトル

$$\dot{w} = j \frac{\dot{B}_k}{\dot{B}} \frac{E_1^2}{\dot{B} \dot{A}_k \epsilon^{j\theta_2} - \dot{A} \dot{B}_k} - j \dot{C}_1' \equiv \frac{1}{\dot{V}_1} - j \dot{C}_1' \quad (3.12-11)$$

の方向であるが, この式は θ_2 を変数とするベクトル軌跡と考えてよい. しかしてこの \dot{w} はこの場合直線であるが, \dot{w} 軌跡用の θ 均等目盛り円尺度は従来の方で求めることが出来る.

すなわち表題の θ_2 均等目盛り尺度は $\dot{T}_{W_1'\theta_2}$ 点を第一根点とし, この点から更に $-j \dot{C}_1'$ を画きこの点 O' を第二根点とする. この O' 点を後で注意するまで暫く原点とみなし

て式 (3.12—11) に示された \dot{V}_{1k} 円を画き、これに θ_2 の目盛りを施す。この \dot{V}_{1k} 円は O' 点を通るから、直線

$$\frac{1}{\dot{V}_1} = \frac{1}{j \frac{\dot{A}\dot{B}}{E_1^2} - j \frac{\dot{B}^2 \dot{A}_k}{\dot{B}_k E_1^2} e^{j2\theta_2}} \quad (3.12-12)$$

は $-j \frac{\dot{A}_k \dot{B}_k}{E_1^2}$ に直交し $\frac{E_1^2}{2j \dot{A}\dot{B}}$ 点を過ぎる。この直線を補助尺として使用する。以上で O' 点を原点とみなすことを了る。

\dot{C}_2 円線図用の送電端実効アドミッタンスの偏角 θ_1 の均等目盛り円尺度もこれと同一手順で求めることが出来る。

3. 13 相互アドミッタンスの二乗の尺度および相互アドミッタンスの偏角の尺度

3. 13. 1 \dot{C}_1 円線図用の送電端から見た相互アドミッタンスの二乗 Y_{21}^2 尺度。 E_1 と Y_{21} が一定のとき \dot{W}_1 は [(6). 式 (2.12—2)]

$$\dot{W}_1 \dot{W}_{1k} - \left(\frac{\dot{C}_k}{\dot{A}_k} E_1^2 \dot{W}_1 + \frac{\dot{C}}{\dot{A}} E_1^2 \dot{W}_{1k} \right) + \frac{\dot{C}\dot{C}_k - Y_{21}^2}{\dot{A}\dot{A}_k} E_1^4 = 0. \quad (3.13-1)$$

この円と \dot{C}_1 円との2交点を過ぎる直線は

$$\begin{aligned} & \left(\frac{\dot{C}_k}{\dot{A}_k} E_1^2 - \dot{C}_{1k} \right) \dot{W}_1 + \left(\frac{\dot{C}}{\dot{A}} E_1^2 - \dot{C}_1 \right) \dot{W}_{1k} \\ & + \dot{C}_1 \dot{C}_{1k} - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} - \frac{\dot{C}\dot{C}_k - Y_{21}^2}{\dot{A}\dot{A}_k} = 0. \end{aligned} \quad (3.13-2)$$

この式は Y_{21}^2 をパラメーターとするとき、式 (2.3—9) の型の直線群である。

パワー表示用基線は

$$\left(\frac{\dot{C}_k}{\dot{A}_k} E_1^2 - \dot{C}_{1k} \right) \dot{W}_1 + \left(\frac{\dot{C}}{\dot{A}} E_1^2 - \dot{C}_1 \right) \dot{W}_{1k} + \dot{C}_1 \dot{C}_{1k} - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} - \frac{\dot{C}\dot{C}_k}{\dot{A}\dot{A}_k} = 0. \quad (3.13-3)$$

目盛り尺として直線

$$\left(\frac{\dot{C}_k}{\dot{A}_k} E_1^2 - \dot{C}_{1k} \right) \dot{W}_1 - \left(\frac{\dot{C}}{\dot{A}} E_1^2 - \dot{C}_1 \right) \dot{W}_{1k} = 0 \quad (3.13-4)$$

を用いれば、零目盛り点 $[\dot{M} \dot{W}_1 Y_{21}]_{Y_{21}=0}$ は

$$[\dot{W}_{W_1 Y_{21}}]_{Y_{21}=0} = \frac{\dot{C}\dot{C}_k - \dot{C}_1\dot{C}_{1k} + \dot{R}_1\dot{R}_{1k}}{2\left(\frac{\dot{C}_k}{\dot{A}_k}E_1^2 - \dot{C}_{1k}\right)}. \quad (3.13-5)$$

単位目盛りの長さ $S_{W_1 Y_{21}}$ は

$$S_{W_1 Y_{21}} = \left| \frac{-1}{2\dot{A}\dot{A}_k\left(\frac{\dot{C}_k}{\dot{A}_k}E_1^2 - \dot{C}_{1k}\right)} \right|. \quad (3.13-6)$$

3. 13. 2 \dot{C}_1 円線図用の送電端から見た相互アドミッタンスの偏角 θ_{21} 尺度. E_1 と θ_{21} とが一定のとき \dot{W}_1 は [(6). 式 (2.12-5)]

$$\dot{A}\varepsilon^{-j\theta_{21}}\dot{W}_1 - \dot{A}_k\varepsilon^{j\theta_{21}}\dot{W}_{1k} - (\dot{C}\varepsilon^{-j\theta_{21}} - \dot{C}_k\varepsilon^{j\theta_{21}})E_1^2 = 0. \quad (3.13-7)$$

この直線群の共有点 $\dot{T}_{W_1\theta_{21}}$ は

$$\dot{T}_{W_1\theta_{21}} = \frac{\dot{C}}{\dot{A}}E_1^2. \quad (3.13-8)$$

直線群の方向を示すベクトルは

$$\dot{w} = \dot{A}_k\varepsilon^{j\theta_{21}}. \quad (3.13-9)$$

よって θ_{21} の均等目盛り円尺度は, $\dot{T}_{W_1\theta_{21}}$ を根点とし円目盛り尺はこの根点を中心とした任意の円を画き, これに式 (3.13-9) の関係に従って θ_{21} を目盛ったものとすればよろしい.

3. 13. 3 \dot{C}_2 円線図用の Y_{21}^2 尺度. 本項では原点を $-\frac{\dot{A}}{\dot{B}}E_2^2$ に移して取扱かい \dot{W}_2 数平面に対応する数平面を \dot{W}_2' 数平面と呼ぶこととする. また \dot{C}_2 円は

$$\dot{W}_2'\dot{W}_{2k}' - (\dot{C}_{2k}'\dot{W}_2' + \dot{C}_2'\dot{W}_{2k}') + \dot{C}_2'\dot{C}_{2k}' - \dot{R}_2\dot{R}_{2k} = 0 \quad (3.13-10)$$

で表せるとする, E_2 と Y_{21} が一定のとき \dot{W}_2' は [(6). 式 (2.12-9)]

$$\begin{aligned} \dot{W}_2'\dot{W}_{2k}' - \left(\frac{\dot{A}_k}{\dot{B}_k} \frac{E_2^2}{1 - \dot{B}\dot{B}_k Y_{21}^2} \dot{W}_2' + \frac{\dot{A}}{\dot{B}} \frac{E_2^2}{1 - \dot{B}\dot{B}_k Y_{21}^2} \dot{W}_{2k}' \right) \\ + \frac{\dot{A}\dot{A}_k}{\dot{B}\dot{B}_k(1 - \dot{B}\dot{B}_k Y_{21}^2)} E_2^4 = 0. \end{aligned} \quad (3.13-11)$$

上の両円の2交点を過ぎる直線は

$$\begin{aligned} & \left(\frac{\dot{A}_k}{\dot{B}_k} \frac{E_2^2}{1 - \dot{B}\dot{B}_k Y_{21}^2} - \dot{C}_{2k}' \right) \dot{W}_{2'} + \left(\frac{\dot{A}}{\dot{B}} \frac{E_2^2}{1 - \dot{B}\dot{B}_k Y_{21}^2} - \dot{C}_2' \right) \dot{W}_{2k}' \\ & + \dot{C}_2' \dot{C}_{2k}' - \dot{R}_2 \dot{R}_{2k} - \frac{\dot{A}\dot{A}_k}{\dot{B}\dot{B}_k(1 - \dot{B}\dot{B}_k Y_{21}^2)} E_2^4 = 0. \end{aligned} \quad (3.13-12)$$

この直線群のうち特に $Y_{21}^2 = \infty$ の直線は

$$\dot{C}_{2k}' \dot{W}_{2'} + \dot{C}_2' \dot{W}_{2k}' - \dot{C}_2' \dot{C}_{2k}' + \dot{R}_2 \dot{R}_{2k} = 0. \quad (3.13-13)$$

根点 $\dot{T}_{W_{2'} Y_{21}}$ は

$$\dot{T}_{W_{2'} Y_{21}} = \frac{\dot{A}\dot{B}_k(\dot{C}_2' \dot{C}_{2k}' - \dot{R}_2 \dot{R}_{2k}) - \dot{A}\dot{A}_k \dot{C}_2' E_2^2}{\dot{A}\dot{B}_k \dot{C}_{2k}' - \dot{B}\dot{A}_k \dot{C}_2'}. \quad (3.13-14)$$

目盛り直線尺は

$$\dot{C}_{2k}' \dot{W}_{2'} + \dot{C}_2' \dot{W}_{2k}' - \dot{C}_2' \dot{C}_{2k}' + \dot{R}_2 \dot{R}_{2k} - 2\sqrt{\dot{C}_2' \dot{C}_{2k}'} = 0. \quad (3.13-15)$$

零目盛り点 $[\dot{M}_{W_{2'} Y_{21}}]_{Y_{21}=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_{2'} Y_{21}}]_{Y_{21}=0} = \dot{T}_{W_{2'} Y_{21}} + \frac{2\sqrt{\dot{C}_2' \dot{C}_{2k}'} \left(\dot{A}\dot{B}_k - \frac{\dot{B}\dot{B}_k \dot{C}_2'}{E_2^2} \right)}{\dot{A}\dot{B}_k \dot{C}_{2k}' - \dot{B}\dot{A}_k \dot{C}_2'}. \quad (3.13-16)$$

単位目盛り長さ $S_{W_{2'} Y_{21}}$ は

$$\begin{aligned} S_{W_{2'} Y_{21}} &= \left| \frac{\dot{M}_{W_{2'} Y_{21}} - [\dot{M}_{W_{2'} Y_{21}}]_{Y_{21}=0}}{Y_{21}^2} \right| \\ &= \left| \frac{2\sqrt{\dot{C}_2' \dot{C}_{2k}'} \dot{B}^2 \dot{B}_k^2 \dot{C}_2' l}{E_2^2 (\dot{A}\dot{B}_k \dot{C}_{2k}' - \dot{B}\dot{A}_k \dot{C}_2')} \right|. \end{aligned} \quad (3.13-17)$$

3. 13. 4 \dot{C}_2 円線図用の θ_{21} 尺度. 本項においても原点を $-\frac{\dot{A}}{\dot{B}} E_2^2$ に移して取り扱
かう. E_2 と θ_{21} が一定のとき $\dot{W}_{2'}$ は [(6). 式 (2.12-12)]

$$\dot{W}_{2'} \dot{W}_{2k}' - \left(\frac{\dot{B}}{\dot{B}_k} \frac{\dot{A}_k \epsilon^{j\theta_{21}} E_2^2}{\dot{B}_k \epsilon^{j\theta_{21}} - \dot{B}_k \epsilon^{-j\theta_{21}}} \dot{W}_{2'} + \frac{\dot{B}_k}{\dot{B}} \frac{\dot{A} \epsilon^{-j\theta_{21}} E_2^2}{\dot{B}_k \epsilon^{-j\theta_{21}} - \dot{B} \epsilon^{j\theta_{21}}} \dot{W}_{2k}' \right) = 0. \quad (3.13-18)$$

この円と式 (3.13-10) 円との2交点を過ぎる直線は

$$\begin{aligned} & \left(\frac{\dot{B}}{\dot{B}_k \dot{B}_\varepsilon^{j\theta_{21}} - \dot{B}_k \varepsilon^{-j\theta_{21}}} - \dot{C}_{2k'} \right) \dot{W}_{2'} + \left(\frac{\dot{B}_k}{\dot{B}} \frac{\dot{A} \varepsilon^{-j\theta_{21}} E_2^2}{\dot{B}_k \varepsilon^{-j\theta_{21}} - \dot{B}_\varepsilon^{j\theta_{21}}} - \dot{C}_{2'} \right) \dot{W}_{2k'} \\ & + \dot{C}_{2'} \dot{C}_{2k'} - \dot{R}_2 \dot{R}_{2k} = 0. \end{aligned} \quad (3.13-19)$$

この直線群の共有点 $\dot{T}_{W_{2'}\theta_{21}}$ は

$$\dot{T}_{W_{2'}\theta_{21}} = \frac{\dot{A} \dot{B}_k (\dot{C}_{2'} \dot{C}_{2k'} - \dot{R}_2 \dot{R}_{2k})}{\dot{A} \dot{B}_k \dot{C}_{2k'} + \dot{B} \dot{A}_k \dot{C}_{2'} - \dot{A} \dot{A}_k E_2^2}. \quad (3.13-20)$$

この直線群の方向を示すベクトル \dot{w} は

$$\dot{w} = j \frac{\dot{B}_k}{\dot{B}} \frac{\dot{A} \varepsilon^{-j\theta_{21}} E_2^2}{\dot{B}_k \varepsilon^{-j\theta_{21}} - \dot{B}_\varepsilon^{j\theta_{21}}} - j \dot{C}_{2'} \equiv \frac{1}{\dot{V}_2} - j \dot{C}_{2'}. \quad (3.13-21)$$

よって表題の θ_{21} の均等目盛り尺度は $\dot{T}_{W_{2'}\theta_{21}}$ 点を第一根点とし、この根点から更に $-j \dot{C}_{2'}$ を取りこれを第二根点 O' とする。この O' 点を後に注意するまで暫く原点のように取り扱ひ、式 (4.14-26) 中の \dot{V}_2 の共役円

$$\dot{V}_{2k} = \frac{j \dot{B}_k}{\dot{A}_k E_2^2} - \frac{j \dot{B}_k^2 \varepsilon^{-j\theta_{21}}}{\dot{B} \dot{A}_k E_2^2} \quad (3.13-22)$$

を画き、これに θ_{21} を目盛る。この円は O' 点を通るから、 $\frac{1}{\dot{V}_2}$ の軌跡は $\frac{j \dot{B}_k}{\dot{A}_k E_2^2}$ に直交し、 $\frac{j \dot{A} E_2^2}{2 \dot{B}}$ 点を過ぎる直線である。この直線を補助尺として使用すること 3.12.2 節と同様である。この後 O' を原点とみなすことを止める。

3.14 端子電流比の二乗 $\left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2$ の尺度および I_1 と I_2 との位相差の尺度

3.14.1 \dot{C}_1 円線図用の $\alpha_I^2 = \left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2$ 尺度。 E_1 と α_I が一定のとき \dot{W}_1 は [(6). 式 (2.13-2)]

$$\dot{W}_1 \dot{W}_{1k} - \left(\frac{\dot{A} \dot{C}_k E_1^2}{\dot{A} \dot{A}_k - \alpha_I^2} \dot{W}_1 + \frac{\dot{C} \dot{A}_k E_1^2}{\dot{A} \dot{A}_k - \alpha_I^2} \dot{W}_{1k} \right) + \frac{\dot{C} \dot{C}_k E_1^4}{\dot{A} \dot{A}_k - \alpha_I^2} = 0. \quad (3.14-1)$$

この円と \dot{C}_1 円との 2 交点を過ぎる直線は

$$\begin{aligned} & \left(\frac{\dot{A} \dot{C}_k E_1^2}{\dot{A} \dot{A}_k - \alpha_I^2} - \dot{C}_{1k} \right) \dot{W}_1 + \left(\frac{\dot{C} \dot{A}_k E_1^2}{\dot{A} \dot{A}_k - \alpha_I^2} - \dot{C}_1 \right) \dot{W}_{1k} \\ & + \dot{C}_1 \dot{C}_{1k} - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} - \frac{\dot{C} \dot{C}_k E_1^4}{\dot{A} \dot{A}_k - \alpha_I^2} = 0. \end{aligned} \quad (3.14-2)$$

この直線群のうち $\alpha_I^2 = \infty$ の直線は

$$\dot{C}_{1k}\dot{W}_1 + \dot{C}_1\dot{W}_{1k} - \dot{C}_1\dot{C}_{1k} + \dot{R}_1\dot{R}_{1k} = 0. \quad (3.14-3)$$

根点 $\dot{T}_{W_1\alpha_I}$ は

$$\dot{T}_{W_1\alpha_I} = \frac{\dot{C}_{1k}(\dot{C}_1\dot{C}_{1k} - \dot{R}_1\dot{R}_{1k}) - \dot{C}_1\dot{C}_k\dot{E}_1^2}{\dot{C}_k\dot{C}_{1k} - \dot{A}_k\dot{C}_1}. \quad (3.14-4)$$

目盛り直線尺は

$$\dot{C}_{1k}\dot{W}_1 + \dot{C}_1\dot{W}_{1k} - \dot{C}_1\dot{C}_{1k} + \dot{R}_1\dot{R}_{1k} - 2\sqrt{\dot{C}_1\dot{C}_{1k}} = 0. \quad (3.14-5)$$

零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1\alpha_I}]_{\alpha_I=0}$ は

$$[\dot{M}_{W_1\alpha_I}]_{\alpha_I=0} = \dot{T}_{W_1\alpha_I} + \frac{2\sqrt{\dot{C}_1\dot{C}_{1k}}\left(\dot{C}_{1k} - \frac{\dot{A}_k\dot{C}_1}{\dot{E}_1^2}\right)}{\dot{C}_k\dot{C}_{1k} - \dot{A}_k\dot{C}_1}. \quad (3.14-6)$$

単位目盛り長さ $S_{W_1\alpha_I}$ は

$$S_{W_1\alpha_I} = \left| \frac{2\sqrt{\dot{C}_1\dot{C}_{1k}}\dot{C}_1}{\dot{E}_1^2(\dot{C}_k\dot{C}_{1k} - \dot{A}_k\dot{C}_1)} \right|. \quad (3.14-7)$$

\dot{C}_2 円線図用の α_I^2 均等目盛り尺度もほほ上と同様の手順で求められるが計算が少し繁雑となる。その場合は $\frac{1}{\alpha_I^2}$ の尺度を求め、後その逆数尺度を求める方が計算が容易である。

3. 14. 2 \dot{C}_1 円線図用の $\beta_I = \left| \frac{I_2}{I_1} \right|$ 尺度。 E_1 と β_I が一定のとき \dot{W}_1 は [(6). 式 (2. 13-5)]

$$\dot{W}_1\dot{W}_{1k} - \left(\frac{\dot{C}_k\epsilon^{j\beta_I}E_1^2}{\dot{A}_k\epsilon^{j\beta_I} - \dot{A}_\epsilon^{-j\beta_I}} \dot{W}_1 + \frac{\dot{C}_\epsilon^{-j\beta_I}E_1^2}{\dot{A}_\epsilon^{-j\beta_I} - \dot{A}_k\epsilon^{j\beta_I}} \dot{W}_{1k} \right) = 0. \quad (3.14-8)$$

この円と \dot{C}_1 円との 2 交点を過ぎる直線は

$$\begin{aligned} \left(\frac{\dot{C}_k\epsilon^{j\beta_I}E_1^2}{\dot{A}_k\epsilon^{j\beta_I} - \dot{A}_\epsilon^{-j\beta_I}} - \dot{C}_{1k} \right) \dot{W}_1 + \left(\frac{\dot{C}_\epsilon^{-j\beta_I}E_1^2}{\dot{A}_\epsilon^{-j\beta_I} - \dot{A}_k\epsilon^{j\beta_I}} - \dot{C}_1 \right) \dot{W}_{1k} \\ + \dot{C}_1\dot{C}_{1k} - \dot{R}_1\dot{R}_{1k} = 0. \end{aligned} \quad (3.14-9)$$

この直線群の共有点 $\dot{T}_{W_1\beta_I}$ は

$$\dot{T}_{W_1\beta_I} = \frac{\dot{C}\dot{A}_k(\dot{C}_1\dot{C}_{1k} - \dot{R}_1\dot{R}_{1k})}{\dot{C}\dot{A}_k\dot{C}_{1k} + \dot{A}\dot{C}_k\dot{C}_1 - \dot{C}\dot{C}_kE_1^2} \quad (3.14-10)$$

また直線群の方向を示すベクトル \dot{w} は

$$\dot{w} = j \frac{\dot{C}\epsilon^{-j\beta_I}E_1^2}{\dot{A}\epsilon^{-j\beta_I} - \dot{A}_k\epsilon^{j\beta_I}} - j\dot{C}_1 \equiv \frac{1}{\dot{V}_1} - j\dot{C}_1 \quad (3.14-11)$$

よって表題の B_I の均等目盛り尺度は $\dot{T}_{W_1\beta_I}$ 点を第一根点とし、この根点から更に $-j\dot{C}_1$ を取り、これを第二根点 O' とする。この O' 点を後に注意するまで暫く原点とみなし、式 (3.14-11) 中の \dot{V}_1 の共役円

$$\dot{V}_{1k} = \frac{\dot{A}_k}{-j\dot{C}_kE_1^2} + \frac{\dot{A}}{j\dot{C}_kE_1^2}\epsilon^{-j2\beta_I} \quad (3.14-12)$$

を画き、これに上式に従って β_I を目盛り、円尺とする。この円は O' を通るから、 $\frac{1}{\dot{V}_1}$ の軌跡は $\frac{\dot{A}_k}{-j\dot{C}_kE_1^2}$ に直交し、 $\frac{j\dot{C}E_1^2}{2\dot{A}}$ 点を過ぎる直線である。この直線を補助尺とする。なお目盛り円尺は O' 点を中心とする円とすることも出来る。これで O' を原点とみなすことを止める。

\dot{C}_2 円線図用の β_I 均等目盛り円尺度もこれと同一手順で求めることが出来る。

4. 尺度の数値例

以上述べた方法によって線路定数 \dot{A} , \dot{B} , \dot{C} および \dot{D} がそれぞれ

$$\dot{A} = \dot{D} = 0.9170 + j0.01302 = 0.9171 / 0.85^\circ, \quad (4-1)$$

$$\dot{B} = 23.48 + j151.8 = 153.6 / 81.45^\circ [\Omega], \quad (4-2)$$

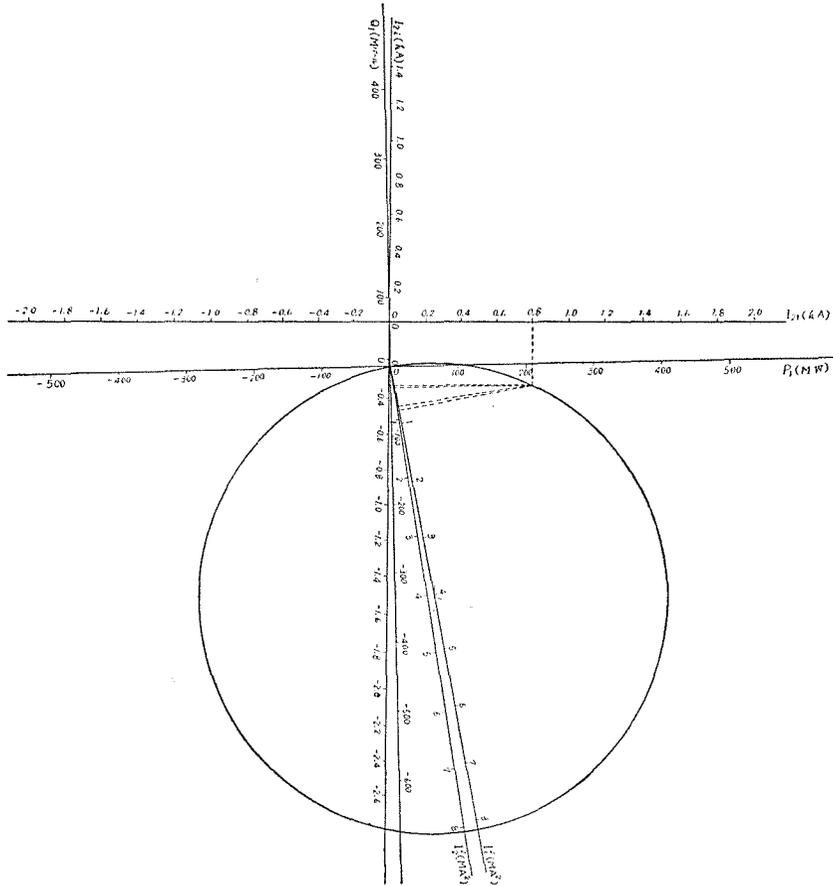
$$\dot{C} = (-0.00473 + j1.048) \times 10^{-3} = 1.048 \times 10^{-3} / 90.26^\circ [U] \quad (4-3)$$

の送電線で、 $E_1 = 240 [kV]$, $E_2 = 220 [kV]$ の条件を保たせつつ送電を行う場合の送電端電力円線図に付設した諸尺度を第4-1図から第4-4図に示し、又そのうち2, 3の尺度について、それを求める数値計算を示す。円線図を4つの図に分けたのは尺度の密接を避けたためである。

\dot{C}_1 円線図はこの場合 [(6), 式 (2.2-4)]

$$\dot{W}_1\dot{W}_{1k} - \left(\frac{\dot{D}_kE_1^2}{\dot{B}_k}\dot{W}_1 + \frac{\dot{D}E_1^2}{\dot{B}}\dot{W}_{1k} \right) + \frac{\dot{D}\dot{D}_kE_1^4 - E_1^2E_2^2}{\dot{B}\dot{B}_k} = 0. \quad (4-4)$$

よって円線図の中心位置 \dot{C}_1 は



第4—1図 回路定数が $\dot{A}=0.917 / 0.85^\circ$, $\dot{B}=153.6 / 81.45^\circ$, $\dot{C}=1.048 \times 10^{-3} / 90.25^\circ$, $\dot{D}=\dot{A}$ で送電端電圧 $E_1=240kV$, 受電端電圧 $E_2=220kV$ である送電線電力円線図付設尺度——送端電力, 同無効電力, \dot{I}_2 の \dot{E}_1 と同相分, 同 \dot{E}_1 と直交分, I_2^2 , I_1^2

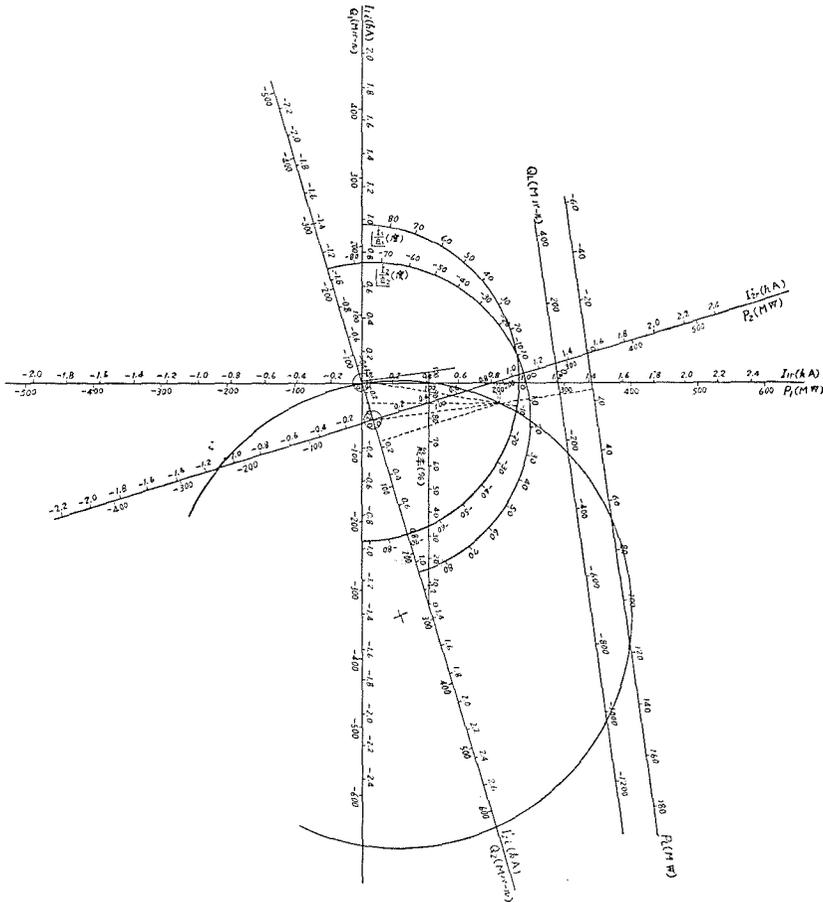
$$\dot{C}_1 = \frac{\dot{D}E_1^2}{\dot{B}} = 343.9 / -80.6^\circ \quad [MVA]. \quad (4-5)$$

$$\dot{C}_1 \dot{C}_{1k} - \dot{R}_1 \dot{R}_{1k} = \frac{\dot{D} \dot{D}_k E_1^4 - E_1^2 E_2^2}{\dot{B} \dot{B}_k} = 137 \quad [(MVA)^2]. \quad (4-6)$$

$$\dot{R}_1 \dot{R}_{1k} = 343.7^2 \quad [(MVA)^2]. \quad (4-7)$$

4. 1 パワー表示用基線を持つ尺度

4. 1. 1 受電端電力 P_2 の均等目盛り尺度. P_2 の均等目盛り尺度は 3.3. 1 項によって, パワー表示用基線は



第4—2図 同電力円線図付設尺度——送端電力，同無効電力，送端有効電流，同無効電流，受端電力，同無効電力，受端有効電流，同無効電流， \dot{I}_1 と \dot{E}_1 との位相差角， \dot{I}_2 と \dot{E}_2 との位相差角，線路損失，線路無効電力，送電能率

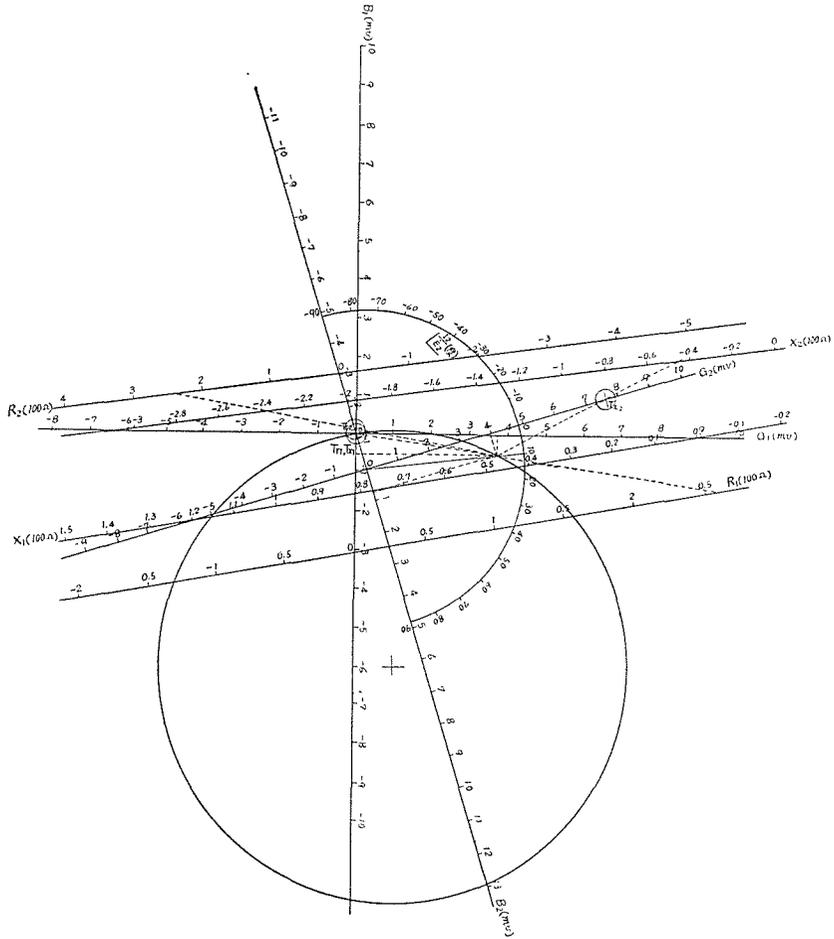
$$\frac{\dot{D}\dot{A}_k + \dot{C}\dot{B}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} E_1^2 - \frac{\dot{D}}{\dot{B}} E_1^2 = - \frac{\dot{B}_k}{\dot{B}} \frac{E_1^2}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} \quad (4.1-1)$$

に直交，すなわち

$$- \dot{B}_k^2 = 153.6^2 / 17.1^\circ \quad (4.1-2)$$

に直交し，点

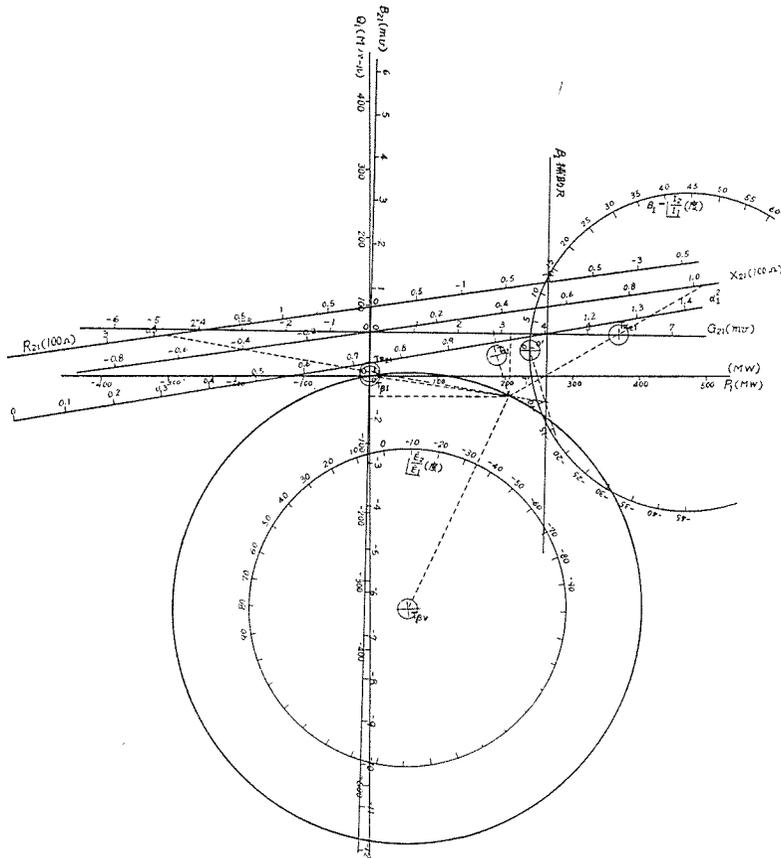
$$[\dot{M}_{W_1 P_2}]_{P_2=0} = \frac{\dot{C}\dot{D}_k + \dot{D}\dot{C}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} E_1^4 - \frac{\dot{D}\dot{D}_k E_1^4 - E_1^2 E_2^2}{\dot{B}\dot{B}_k} \\ 2 \left(\frac{\dot{A}\dot{D}_k + \dot{B}\dot{C}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} E_1^2 - \frac{\dot{D}_k}{\dot{B}_k} E_1^2 \right)$$



第4—3図 同電力円線図付設尺度——送端実効コンダクタンス, 同サセプタンス, 送端実効抵抗, 同リアクタンス, 受端実効コンダクタンス, 同サセプタンス, 受端実効抵抗, 同リアクタンス, \dot{I}_2 と \dot{E}_2 の位相差角

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(\dot{B}\dot{D} + \dot{B}_k\dot{D}_k)E_1^2 - (\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k)E_2^2}{2\dot{B}^2} \\
 &= 1.14/17.1^\circ \text{ [MVA]} \tag{4.1-3}
 \end{aligned}$$

を過ぎる。目盛り尺としてパワー表示用基線に直交する線を用いれば単位目盛り長さ $S_{P_1 P_2}$ は式(3.3-6)によって



第4-4図 同電力円線図付設尺度——送端電力，送端無効電力，相互コンダクタンス，相互サセプタンス，相互抵抗，相互リアクタンス， \vec{E}_1 と \vec{E}_2 の位相差角， $(I_2/I_1)^2$ ， \vec{I}_1 と \vec{I}_2 の位相差角

$$S_{W_1 P_2} = \left| \frac{E_1^2}{(\dot{A}\dot{D}_k + \dot{B}\dot{C}_k)E_1^2 - (\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k) \frac{\dot{D}_k}{\dot{B}_k} E_1^2} \right|$$

$$= \left| -\frac{\dot{B}_k}{\dot{B}} \right| = 1 \left[\frac{MVA}{MW} \right] \tag{4.1-4}$$

この尺度は第4-2図中に示されている。

4. 1. 2 受電端無効電力 Q_2 の均等目盛り尺度. Q_2 の均等目盛り尺度は3.3.2項によって，パワー表示用基線は

$$\frac{\dot{C}\dot{B}_k - \dot{D}\dot{A}_k}{\dot{A}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k} E_1^2 - \frac{\dot{D}}{\dot{B}} E_1^2 = -\frac{\dot{B}_k}{\dot{B}} \frac{E_1^2}{\dot{A}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k} \quad (4.1-5)$$

に直交，すなわち式(4.1-2)のベクトルに平行し，点

$$\begin{aligned} [\dot{M}_{W_1 Q_2}]_{Q_2=0} &= \frac{\frac{\dot{C}\dot{D}_k - \dot{D}\dot{C}_k}{\dot{A}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k} E_1^4 - \frac{\dot{D}\dot{D}_k E_1^4 - E_1^2 E_2^2}{\dot{B}\dot{B}_k}}{2\left(\frac{\dot{B}\dot{C}_k - \dot{A}\dot{D}_k}{\dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k} E_1^2 - \frac{\dot{D}_k}{\dot{B}_k} E_1^2\right)} \\ &= \frac{(\dot{B}\dot{D} - \dot{B}_k \dot{D}_k) E_1^2 + (\dot{A}\dot{B}_k - \dot{B}\dot{A}_k) E_2^2}{2\dot{B}^2} \\ &= 55.71/72.9^\circ \quad [MVA] \end{aligned} \quad (4.1-6)$$

を通る直線である．目盛り尺としてパワー表示用基線と直交する線を用いれば，単位目盛り長さ $S_{W_1 Q_2}$ は式(3.3-12)によって

$$\begin{aligned} S_{W_1 Q_2} &= \left| \frac{jE_1^2}{-(\dot{B}\dot{C}_k - \dot{A}\dot{D}_k) E_1^2 + (\dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k) \frac{\dot{D}_k}{\dot{B}_k} E_1^2} \right| \\ &= \left| j \frac{\dot{B}_k}{\dot{B}} \right| = 1 \quad \left[\frac{MVA}{MVA} \right]. \end{aligned} \quad (4.1-7)$$

この尺度は第4-2図中に示されている．

4. 2 根点を持つ尺度

4. 2. 1 送電能率 η の均等目盛り尺度．送電能率 $\eta = \frac{P_2}{P_1}$ の均等目盛り尺度は3.9節によって，根点 $\dot{T}_{W_1 \eta}$ は

$$\begin{aligned} \dot{T}_{W_1 \eta} &= \frac{\frac{\dot{C}\dot{D}_k + \dot{D}\dot{C}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} E_1^4 - \frac{\dot{D}\dot{D}_k E_1^4 - E_1^2 E_2^2}{\dot{B}\dot{B}_k}}{\frac{\dot{A}\dot{D}_k - \dot{D}\dot{A}_k + \dot{B}\dot{C}_k - \dot{C}\dot{B}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k} E_1^2 - \left(\frac{\dot{D}_k}{\dot{B}_k} - \frac{\dot{D}}{\dot{B}}\right) E_1^2} \\ &= \frac{(\dot{B}\dot{D} + \dot{B}_k \dot{D}_k) E_1^2 - (\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k) E_2^2}{\dot{B}^2 - \dot{B}_k^2} = j3.764 [MVA]. \end{aligned} \quad (4.2-1)$$

目盛り尺は式(3.9-1)によって Q_1 軸に平行である．また

$$l = 100 [MVA] \quad (4.2-2)$$

とした．零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1 \eta}]_{\eta=0}$ は式(3.9-6)によって．

$$\begin{aligned}
 [\dot{M}_{W_1\eta}]_{\eta=0} &= \dot{T}_{W_1\eta} - \frac{2l\left(\frac{\dot{D}\dot{A}_k + \dot{C}\dot{B}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 - \frac{\dot{D}}{\dot{B}}E_1^2\right)}{\frac{\dot{A}\dot{D}_k - \dot{D}\dot{A}_k + \dot{B}\dot{C}_k - \dot{C}\dot{B}_k}{\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k}E_1^2 - \left(\frac{\dot{D}_k}{\dot{B}_k} - \frac{\dot{D}}{\dot{B}}\right)E_1^2} \\
 &= \dot{T}_{W_1\eta} - 2l\frac{\dot{B}_k^2}{\dot{B}^2 - \dot{B}_k^2} = j3.764 + 340.2/\underline{-72.9^\circ} \quad [MVA].
 \end{aligned}
 \tag{4.2-3}$$

単位目盛り長さ $S_{W_1\eta}$ は式(3.9-6)によって

$$\begin{aligned}
 S_{W_1\eta} &= \left| \frac{2lE_1^2}{(\dot{A}\dot{D}_k - \dot{D}\dot{A}_k + \dot{B}\dot{C}_k - \dot{C}\dot{B}_k)E_1^2 - (\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k)\left(\frac{\dot{D}_k}{\dot{B}_k} - \frac{\dot{D}}{\dot{B}}\right)E_1^2} \right| \\
 &= \left| \frac{2l\dot{B}\dot{B}_k}{\dot{B}_k^2 - \dot{B}^2} \right| = 340.1 \left[\frac{MVA}{100\%} \right].
 \end{aligned}
 \tag{4.2-4}$$

この尺度は第4-2図中に示されている。

4. 2. 2 受電端実効抵抗 R_2 の均等目盛り尺度. この尺度は3. 11. 1 項によって原点を

$$\frac{\dot{C}}{\dot{A}}E_1^2 = 65.51/\underline{89.4^\circ} \quad [MVA]
 \tag{4.2-3}$$

に移して取り扱おう. この場合 \dot{C}_1 円は式(4-4)から

$$\dot{W}_1' \dot{W}_{1k}' - \left(\frac{E_1^2}{\dot{A}_k \dot{B}_k} \dot{W}_1' + \frac{E_1^2}{\dot{A}\dot{B}} \dot{W}_{1k}' \right) + \frac{E_1^4 - \dot{A}\dot{A}_k E_1^2 E_2^2}{\dot{A}\dot{A}_k \dot{B}\dot{B}_k} = 0.
 \tag{4.2-4}$$

円線図円の中心位置 \dot{C}_1' は

$$\dot{C}_1' = \frac{E_1^2}{\dot{A}\dot{B}}
 \tag{4.2-5}$$

また

$$R_1 = \frac{E_1 E_2}{\sqrt{\dot{B}\dot{B}_k}}
 \tag{4.2-6}$$

根点 $\dot{T}_{W_1'R_2}$ は式(3.11-5)によって

$$\begin{aligned} \dot{T}_{W_1'R_2} &= \frac{\dot{A}_k^2 \frac{E_1^4 - \dot{A}\dot{A}_k E_1^2 E_2^2}{\dot{A}\dot{A}_k \dot{B}\dot{B}_k}}{\dot{A}_k^2 \frac{E_1^2}{\dot{A}_k \dot{B}_k} - \dot{A}^2 \frac{E_1^2}{\dot{A}\dot{B}}} = \frac{\dot{A}_k E_1^2 - \dot{A}\dot{A}_k E_2^2}{\dot{A} \dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k} \\ &= 60.76 / -91.7^\circ \quad [MVA]. \end{aligned} \quad (4.2-7)$$

目盛り尺は式 (3.11-6) によって

$$\dot{C}_1' = \frac{E_2^2}{\dot{A}\dot{B}} = \frac{57600}{0.9171 \times 153.6} / -82.3^\circ \quad [MVA] \quad (4.2-8)$$

に直交する任意の適当な直線とすることが出来る。本例では本項で原点と取った点を過ぎる線として

$$l = \frac{\dot{R}_1 \dot{R}_{1k} - \dot{C}_1' \dot{C}_{1k}'}{2\sqrt{\dot{C}_1' \dot{C}_{1k}'}} = \frac{\dot{A}\dot{A}_k E_2^2 - E_1^2}{2\sqrt{\dot{A}\dot{A}_k \dot{B}\dot{B}_k}}. \quad (4.2-9)$$

零目盛り点 $[\dot{M}_{W_1'R_2}]_{R_2=0}$ は式 (3.11-7) によって

$$\begin{aligned} [\dot{M}_{W_1'R_2}]_{R_2=0} &= \dot{T}_{W_1'R_2} + \frac{2 \frac{E_1^2}{\sqrt{\dot{A}\dot{A}_k \dot{B}\dot{B}_k}} \left\{ \dot{A}_k^2 - \frac{\dot{A}\dot{A}_k}{\dot{A}\dot{B}} (\dot{A}\dot{B}_k + \dot{B}\dot{A}_k) \right\}}{\dot{A}_k^2 \frac{E_1^2}{\dot{A}_k \dot{B}_k} - \dot{A}^2 \frac{E_1^2}{\dot{A}\dot{B}}} \\ &= \dot{T}_{W_1'R_2} - \frac{2 \frac{\dot{B}_k}{\dot{B}} \sqrt{\dot{A}\dot{A}_k \dot{B}\dot{B}_k}}{\dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k} \\ &= \dot{T}_{W_1'R_2} + \frac{\dot{B}_k E_1^2 - \dot{A}\dot{A}_k E_2^2}{\dot{B} \dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k} \\ &= 60.76 / -91.7^\circ + 60.76 / 107.1^\circ \quad [MVA]. \end{aligned} \quad (4.2-10)$$

単位目盛り長さ $S_{W_1'R_2}$ は式 (3.11-8) と式 (4.2-9) によって

$$\begin{aligned} S_{W_1'R_2} &= \left| \frac{2 \frac{E_1^4 - \dot{A}\dot{A}_k E_1^2 E_2^2}{\dot{A}\dot{A}_k \dot{B}\dot{B}_k} \dot{A}^2 \dot{A}_k^2 \frac{E_1^2}{\dot{A}\dot{B}}}{E_1^4 \frac{\dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k}{\dot{B}\dot{B}_k}} \right| \\ &= \left| 2 \frac{\dot{A}_k E_1^2 - \dot{A}\dot{A}_k E_2^2}{\dot{B} \dot{B}\dot{A}_k - \dot{A}\dot{B}_k} \right| = 0.726 \left[\frac{MVA}{\Omega} \right]. \end{aligned} \quad (4.2-11)$$

この尺度は第4-3図中に示されている。

4.3 円尺を持つ尺度の例

表題の例として受電端実効アドミッタンスの偏角 θ_2 の均等目盛り尺度を示す。本項においては原点を

$$\frac{\dot{D}}{\dot{B}}E_1^2 = 343.9/\underline{-80.6^\circ} \quad [MVA] \quad (4.3-1)$$

に移して取り扱おう。この場合 \dot{C}_1' および R_1 は

$$\dot{C}_1' = \dot{C}_1 - \frac{\dot{D}}{\dot{B}}E_1^2 = 0. \quad (4.3-2)$$

$$\dot{R}_1\dot{R}_{1k} = \frac{E_1^2E_2^2}{\dot{B}\dot{B}_k}. \quad (4.3-3)$$

θ_2 尺度は3. 12. 2項に示したように第一根点 $\dot{T}_{W_1'\theta_2}$ は

$$\begin{aligned} \dot{T}_{W_1'\theta_2} &= \frac{A_k\dot{B}_k\left(-\frac{E_1^2E_2^2}{\dot{B}\dot{B}_k}\right)}{E_1^2} = -\frac{A_k}{\dot{B}}E_2^2 \\ &= 288.9/\underline{97.7^\circ} \quad [MVA]. \end{aligned} \quad (4.3-4)$$

第二根点 O' は下に示すように $\dot{T}_{W_1'\theta_2}$ と一致する。

$$\dot{O}' = \dot{T}_{W_1'\theta_2} - j\dot{C}_1' = \dot{T}_{W_1'\theta_2}. \quad (4.3-5)$$

また

$$\dot{w} = j\frac{\dot{B}_k}{\dot{B}} \frac{E_1^2\epsilon^{-j\theta_2}}{\dot{B}A_k\epsilon^{j\theta_2} - A\dot{B}_k\epsilon^{-j\theta_2}}. \quad (4.3-6)$$

したがって

$$\underline{\dot{w}} = \sqrt{\frac{\dot{B}_k}{\dot{B}}}\epsilon^{-j\theta_2} = 17.1^\circ - \theta_2. \quad (4.3-7)$$

よってこの場合には $\dot{T}_{W_1'\theta_2}$ を中心として画いた任意の円周に $\underline{\dot{w}}$ を目盛った円尺となる。第4-2図中にこれを示す。

5 結 言

緒言でも述べたように、交流回路円線図の効用を高める条件の一つは、一つの円線図を利用してその交流回路に関する必要諸量を容易に求めることが出来るように、それ等

諸量の尺度が付設出来ることである。従来示された尺度は

$$\dot{W} = \frac{a + bZ}{c + dZ} \quad [Z \text{ は実変数}],$$

$$\dot{W} = \frac{a + b/Z}{c + d/Z} \quad [Z \text{ は実変数}],$$

$$\dot{W} = \frac{a + b\epsilon^{jZ}}{c + d\epsilon^{jZ}} \quad [Z \text{ は実変数}]$$

等で示される円線図に付設した Z の尺度、いわゆる変数尺度、半極線、あるいはパワー表示用基線の理によった尺度、電気機器回路円線図に示された能率尺度等で、その製作方法は統一に欠けた種々の考えに頼っていた。

これに対し本報告に示した方法は、今取り扱っている回路について製作出来る多数の円線図のうち、任意の適当な一円線図〔本報告で \hat{C} 円と呼称〕を採用し、これに付設する尺度は \hat{C} 円が保つ条件のうち一条件を、尺度を作ろうとする量 λ が関係する条件と交換して出来る円群〔ときとして直線群〕を求め、この円と \hat{C} 円との2交点を過ぎる直線群に着目して製作する、考え方としては単純で統一の取れたものである。結果は本報告に示したように、各端子の電力、電力比(能率)、無効電力、無効電力比、電圧値、その偏角、電圧比、その偏角、電圧の実数部、虚数部、電流値、その偏角、電流比、その偏角、電流の実数部、虚数部、実効分、無効分、実効および相互インピーダンスの大きさ、同偏角、実効および相互抵抗、同リアクタンス、同アドミッタンスの大きさ、その偏角、実効および相互コンダクタンス、同サセプタンス等、殆ど知ることを必要とする諸量のことごとくの均等目盛り尺度を製作し得ることを示している。

本報告に数値例として示した円線図は、横軸に送電電力 P_1 、縦軸に送電無効電力 Q_1 を取って画いた、いわゆる送電端電力円線図であるが、この円線図と付設尺度を通して更に理解されることは、この円線図を送電端電力円線図と限定すべきものでないと云うことである。第4—2図を一見して解るように、受電端電力 P_2 尺度と受電端無効電力 Q_2 尺度をそれぞれ横軸、縦軸として見れば、この円線図は受電端電力円線図である。また受電端有効電流 I_2' 尺度と受電端無効電流 I_2'' 尺度をそれぞれ横軸、縦軸として見れば、この円線図は受電端電流円線図である。他の尺度に関しても全く同じことが云える。すなわちこの円線図の本質は送電端電圧と受電端電圧が先に示した一定値の時の円であると云うことで、 P_1 軸も、 Q_1 軸も尺度の一つである。円線図をこのように見るときは一つの円線図の持つ意味を拡張する。

従来円線図の取扱いかい方は本質〔この例の送電端電圧、受電端電圧それぞれ一定と云うような〕が同じなのに、送電端電力円線図、送電端電流円線図、受電端電力円線図と云うように分け、したがってこれらの円線図は、一つのものから他のものには座標変換と尺度変換を行って円線図を画き直し用をはたしていたのであるが、尺度の完備が容易

になった今後は、円線図の取り扱い方を変える必要も生じて来る。これは円の方程式として従来は変数に着目した式を用いていたのを、筆者は変数を消去し、その円を特性づける量によりよく着目した式を用いるのがよいと提案していることと同一意味がある。

最後にこの研究にたえず貴重な助言を頂いた石橋教授(現電機大学)、東京工業大学森田教授(現沖電気工業株式会社)、粟屋教授、中野教授を初め本学電気工学科、通信工学科、数学教室の先生方にお礼を申し上げ、又研究結果の整理に尽力して頂いた中村浩君、宮下登君に謝意を表する。

文 献

- (1) 森田 清：円線図と円図表．電気書院．1955
- (2) 小串孝治：円線図．修教社．1949
- (3) 早田，鬼頭，本間：複素数幾何学の工学への応用．オーム社．1952
- (4) 鳳秀太郎：変圧器および誘導電動機．丸善．1926
- (5) 藤井真一：信州大学工学部紀要第10号．P.195
- (6) 藤井真一：信州大学工学部紀要第11号．P.61

Summary

Application of Complex Geometry to Circular Diagram

(Uniform Scale of Circular Diagram)

Shinichi FUJII

(Department of Electrical Engineering Faculty of Engineering)

This paper gives the drawing method of the scale attached to a. c. circuit circular diagram based on a simple and unified ideas. The method is to utilize the character of the straight line which is explained next and is treated with complex geometry, for the drawing of the scale. And the line above mentioned is such a one as passes through the two intersecting points of two circles picked out from a group of circular diagrams on a a. c. circuit.